

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP KARAKTERISTIK
BIOPLASTIK DARI PATI BIJI ASAM (*Tamarindus indica* L.)**



Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains
Jurusan Kimia Pada Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh :

NURDINIAH NAHIR
60500112007

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
TAHUN 2017**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

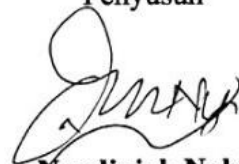
Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurdiniah Nahir
NIM : 60500112007
Tempat/Tgl.Lahir : Ujung Pandang/08 November 1994
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Alamat : BTP Tamalanrea Raya Blok L no. 26 Kec. Tamalanrea,
Makassar
Judul : Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik
Bioplastik Dari Pati Biji Asam (*Tamarindus indica*)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa skripsi merupakan duplikat, tiruan, plagiat atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, Agustus 2017

Penyusun



Nurdiniah Nahir
NIM: 60500112007

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Biji Asam (*Tamarindus indica* L.)”, yang disusun oleh **Nurdiniah Nahir**, NIM : 60500112007, Mahasiswi Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada senin, tanggal 28 Agustus 2017 M, bertepatan dengan 6 Dzulhijjah 1438 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Sains dan Teknologi, Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

Samata-Gowa, 28 Agustus 2017 M.
6 Dzulhijjah 1438 H.

DEWAN PENGUJI:

Ketua	: Dr. Wasilah, S.T., M.T.	(.....)
Sekretaris	: Dra. Sitti Chadijah, M.Si.	(.....)
Munaqisy I	: Aisyah, S.Si.,M.Si.	(.....)
Munaqisy II	: H. Asri Saleh, S.T.,M.Si.	(.....)
Munaqisy III	: Dr. Tasmin Tangngareng, M. Ag.	(.....)
Pembimbing I	: Sjamsiah, S.Si.,M.Si., Ph. D.	(.....)
PembimbingII	: Dr. Muh. Qaddafi, S.Si.,M.Si	(.....)

Diketahui oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar,



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag
NIP. 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين اشهد ان لا اله الا الله واشهد ان محمدا رسول الله والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى اله وصحبه اجمعين

Puji dan syukur kehadiran Allah swt. atas limpahan rahmat dan hidayahnya yang tidak terbatas sehingga penulis masih diberikan kesempatan serta kemampuan untuk menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik bioplastik dari pati biji asam (*Tamarindus indica* L.)”** shalawat dan salam dipanjatkan oleh penulis kepada Rasulullah saw. yang telah menunjukkan kepada kita jalan lurus berupa ajaran agama Islam yang sempurna dan menjadi anugerah serta rahmat bagi seluruh alam semesta.

Terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian skripsi ini. Untuk itu, iringan doa dan ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, utamanya kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda Moh. Nahir Bandu dan Hernika Tanwar untuk doa, motivasi, dukungan yang selalu membangkitkan semangat. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Musafir Pababbari M.Si. , selaku Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar dan sejarannya.
2. Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
3. Ibu Dr.Wasilah,S.T.,M.T., Bapak Dr.M. Thahir Maloko M.Hi., Dr.A. M. Suarda, M.Si., selaku wakil dekan Fakultas Sains dan Teknologi

4. Ibu Sjamsiah S.Si., M.Si., Ph.D, selaku ketua jurusan kimia sekaligus pembimbing I dan bapak Dr. Muh. Qaddafi. S.Si. M.Si., selaku pembimbing II yang berkenan memberikan kritik dan saran serta bimbingan dari awal hingga akhir penyusunan skripsi.
4. Ibu Aisyah S.Si., M.Si. selaku sekretaris jurusan kimia sekaligus penguji I, bapak H. Asri Saleh, S.T., M.Si. selaku penguji II dan Dr. Tasmin Tangngareng, M.Ag selaku penguji III yang senantiasa memberikan kritik dan saran kepada penulis.
5. Segenap Dosen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar yang telah membantu dan memberikan ilmu kepada penulis.
6. Rekan penelitian saya uhsnul Fatimah Jabbar, Winda Wiqradhani, Mutmainnah, Hardiyanti, Ria Rukmana, Muliati, Ira Wekoila, Prawira dan Muh.Anugrah Zakir yang memberikan dukungan dan membantu dari awal hingga penyusunan skripsi dan teman-teman Kimia 2012.
7. Semua pihak yang tidak dapat dituliskan terperinci yang telah membantu dalam penyusunan skripsi.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan bernilai ibadah di sisi-Nya.

Samata-Gowa, Agustus-2018

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1-6
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7-26
A. Asam Jawa (Tamarindus indica L.)	7
B. Pati.....	10
C. Gliserol	13
D. Kitosan	15
E. Plastik	17
G. Karakteristik Bioplastik	18
1. Kuat tarik (Tensile strength).....	

2. Elongasi (Persen Pemanjangan).....	22
3. Ketebalan.....	22
4. Ketahanan Terhadap Air.....	23
H. FTIR (Fourier Transform Infrared).....	25
I. Analisis Morfologi SEM	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	28-33
A. Waktu dan Tempat.....	27
B. Alat dan Bahan.....	27
1. Alat.....	27
2. Bahan	27
C. Prosedur Kerja.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34-49
A. Hasil Penelitian.....	33
B. Pembahasan	34
BAB V PENUTUP.....	50
A. Kesimpulan.....	50
B. Implikasi	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51-54
LAMPIRAN.....	55
RIWAYAT HIDUP.....	7

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Biji Asam (<i>Tamarindus Indica L</i>).....	7
Gambar 2.2 Struktur Amilosa	11
Gambar 2.3 Struktur amilopektin	12
Gambar 2.4 Struktur Gliserol	13
Gambar 2.5 Struktur kitosan	15
Gambar 2.6 Serbuk kitosan	16
Gambar 2.7 Alat kuat tarik	22
Gambar 2.8 <i>Micrometer scrup</i>	23
Gambar 2.9 Alat FTIR	25
Gambar 4.1 Ketebalan bioplastik dari pati biji asam penggunaan konsentrasi Kitosan	36
Gambar 4.2 Kuat tarik bioplastik dari pati biji asam penggunaan konsentrasi Kitosan	39
Gambar 4.3 Persen pemanjangan (elongasi) bioplastik dari pati biji asam penggunaan konsentrasi kitosan	40
Gambar 4.4 Ketahanan air bioplastik dari pati biji asam penggunaan konsentrasi kitosan	42
Gambar 4.5 Hasil analisis gugus fungsi (FTIR) bioplastik dari pati biji asam penggunaan konsentrasi kitosan	44

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Sifat Fisik Dan Kimia Gliserol	14
Tabel 2.2 Standar SNI Plastik	17
Tabel 2.3 Gugus Fungsi Pendegradasi Bioplastik	25
Tabel 4.1 Karakteristik Bioplastik Dari Pati Biji Asam.....	33
Tabel 4.2 Hasil Analisis Gugus Fungsi (FTIR) Bioplastik.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1 Skema Umum Penelitian.....	55
Lampiran 2 Perhitungan Ketebalan Bioplastik dan Ketahanan Air	56
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian.....	59
Lampiran 4 Dokumentasi Krakterisasi Bioplastik	62
Lampiran 5 Kadar Pati.....	63
Lampiran 6 Hasil SPSS Ketebalan Bioplastik.....	64
Lampiran 7 Hasil SPSS Kuat Tarik Bioplastik.....	65
Lampiran 8 Hasil SPSS Elongasi atau Persen Pemanjangan.....	66
Lampiran 9 Hasil SPSS Ketahanan Air.....	67
Lampiran 10 Hasil Analisis Gugus Fungsi Bioplastik Menggunakan FTIR.	68



ABSTRAK

Nama : Nurdiniah Nahir

NIM : 60500112007

Judul : “Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Biji Asam (*Tamarindus indica* L.)”

Bioplastik merupakan plastik organik yang digunakan sebagai pengemas bahan pangan yang ramah lingkungan atau mudah terdegradasi oleh alam. Pati biji asam berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan bioplastik dan penambahan kitosan bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik, ketahanan air dan antimikroba. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi optimum kitosan terhadap karakteristik bioplastik yang terbuat dari pati biji asam jawa (*Tamarindus Indica* L). Uji fisik yang dilakukan meliputi uji ketebalan, uji kuat tarik dan elongasi, uji ketahanan air dan analisis gugus fungsi (FTIR). Selain itu, analisis SPSS dilakukan untuk mengetahui data yang diperoleh berpengaruh secara signifikan ($p < 0.05$) dengan menggunakan varian satu arah atau *one-way* ANOVA. Hasil yang diperoleh dengan variasi konsentrasi kitosan 0%, 3%, 4% dan 5% (v/v). Konsentrasi optimum kitosan terhadap ketebalan yaitu kitosan 0% nilai ketebalan 0.12 mm. Nilai kuat tarik pada kitosan 4% yaitu 27.62 MPa. Nilai elongasi pada kitosan 0% yaitu 33.8% . Nilai ketahanan air pada kitosan 4% yaitu 74%. Hasil analisis gugus fungsi (FTIR) terdapat gugus O-H karbonil dan C-O ester yang mengindikasikan plastik mudah terdegradasi oleh alam.

Kata Kunci : Bioplastik, Pati biji asam, Gliserol, Kitosan.



ABSTRACT

Name : Nurdiniah Nahir

NIM : 60500112007

Title : “Influence of Chitosan Addition To The Bioplastic Characteristics Of Tamarind Seed Starch (*Tamarindus indica* L.)”

Bioplastic is organic plastic used as eco-friendly food packaging and able to be degraded by nature. Tamarinds seed starch as a potential raw material for bioplastic by using chitosan aims to increase tensile strength, swelling test and antimicrobial. The purposes of this research are determine the optimum concentration of chitosan on bioplastic characteristics made from tamarind seed strach (*Tamarindus indica* L). Physical tests performed include thickness test, tensile strength and elongation test, swelling test and functional group analysis (FTIR). Besides, SPSS analysis is performed to determine the data Obtained have a significant effect ($p < 0.05$) by using one-way variants or one-way ANOVA. Results obtained by variation of chitosan concentration 0%, 3%, 4% and 5% (v/v). The optimum concentration of chitosan to the thickness of chitosan 0% thickness value 0.12 mm. The value of tensile strength on chitosan 4% is 27.62 MPa. The value of elongation on chitosan 0% is 33.8%. Value of swelling test at chitosan 4% that is 74%. The result of functional group analysis (FTIR) there are O-H hydroxyl group and C-O ester which indicate the plastic is easily degradable by nature.

Keywords : Bioplastic, Tamarind Seed Starch, Glycerol, Chitosan.



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kehidupan manusia modern tidak bisa lepas dari penggunaan plastik. Mulai dari pemenuhan kebutuhan primer manusia, seperti alat makan atau pengemas makanan, hingga kebutuhan tersier, seperti aksesoris dan alat komunikasi. Salah satu plastik yang sering digunakan yaitu kemasan plastik. Kemasan merupakan sesuatu yang digunakan sebagai wadah, pelindung produk, presentasi kemasan, sarana penyimpanan dan alat bantu untuk suatu produk agroindustri. Bahan kemasan konvensional yang sering digunakan yaitu bahan kemasan plastik, kertas, logam, gelas, kayu yang masing-masing kemasan memiliki sifat khas serta mempunyai kelebihan dan kekurangan. Penggunaan kemasan yang terus meningkat menyebabkan masalah bagi pengelolaan sampah, terutama sampah plastik.

Plastik yang biasa digunakan terbuat dari polimer sintetik yang mempunyai sifat sukar terurai secara alamiah. Sifatnya yang sukar terurai menyebabkan plastik cenderung akan menumpuk di tempat pembuangan akhir dan dapat menimbulkan masalah bahkan kerusakan lingkungan karena menghambat peresapan air dan menyebabkan banjir serta merusak kesuburan tanah. Adapun jika sampah plastik dibakar maka dapat menghasilkan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan (Sahwan dkk., 2005). Kerusakan lingkungan di bumi yang disebabkan oleh perbuatan manusia dijelaskan dalam QS. Al-Rum/ 30: 41.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي

عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Terjemahnya :

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”

Menurut M. Quraish Shihab dalam tafsir Al-Misbah (2002) bahwa pada QS. al-Rum/30: 41, menyebutkan bahwa sikap manusia yang mengabaikan tuntunan agama sehingga berdampak buruk terhadap diri mereka, masyarakat dan lingkungan. Seperti kekeringan, hilangnya rasa aman, kekurangan hasil laut disebabkan perbuatan tangan manusia yang durhaka. Di darat dan laut sebagai tempat terjadinya fasad itu. Ini berarti daratan dan lautan menjadi arena kerusakan, ketidakseimbangan alam serta kekurangan manfaat. Laut telah tercemar dan darat semakin panas sehingga terjadi kemarau panjang. Semakin banyak perusakan terhadap lingkungan, semakin besar pula dampak buruknya terhadap manusia. Semakin banyak dan beraneka ragam dosa manusia, semakin parah pula kerusakan lingkungan. Makna ayat ini menjelaskan bahwa telah terjadi berbagai kerusakan di bumi, baik di darat maupun di laut akibat perbuatan manusia yang lalai dan mengabaikan tuntunan Allah swt. Salah satu kerusakan lingkungan seperti pencemaran udara, banjir dan lain-lain.

Dampak negatif dari pemakaian plastik telah mendorong para peneliti untuk membuat plastik yang dapat terurai secara alamiah atau disebut bioplastik. Keuntungan dari penggunaan bioplastik yaitu berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, sehingga keberadaannya dapat terus dilestarikan. Berbagai bahan

alami seperti polisakarida (selulosa, pati, lignin dan pektin) dapat digunakan sebagai bahan pembuatan plastik (Bourtoom, 2008).

Polisakarida merupakan struktur makromolekul yang mengandung banyak satuan monosakarida. Salah satu contoh polisakarida adalah pati. Pati adalah polimer alam yang paling banyak tersebar di alam. Polimer alam banyak digunakan oleh industri karena berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, *biodegradable* (dapat diuraikan), mempunyai sifat mekanis yang baik dan ekonomis. Saat ini, polimer alam banyak diteliti untuk menghasilkan film (plastik) yang dapat menggantikan keberadaan plastik sintetik (Fessenden, 1994).

Pati mempunyai potensi besar dalam pembuatan film bioplastik karena mudah didegradasi oleh alam menjadi senyawa-senyawa yang ramah lingkungan. Oleh sebab itu, beberapa penelitian terhadap polisakarida jenis pati sebagai bahan bioplastik telah dilakukan seperti sampel dari gandum (Bhatnagar dan Hanna 1995), biji nangka (Purbasari, 2014), biji mangga (Septiosari dkk, 2014), ubi jalar (Nugroho, 2012) dan kentang (Radhiyatullah, 2015).

Sumber daya alam lain yang mengandung pati yaitu biji buah asam jawa. Biji asam jawa diperoleh dari buah asam jawa, dimana asam dapat tumbuh diberbagai macam daerah dan banyak dijumpai di Indonesia. Buah asam jawa digunakan dalam rumah tangga sebagai bahan tambahan dalam makanan, sedangkan bijinya dimanfaatkan dalam industri farmasi sebagai pengikat tablet. Dalam biji asam jawa mengandung air 20,6%, protein 3,1%, lemak 0,4%, karbohidrat 70,8%, serat 3% dan abu 2,1% (Haflah, 2013). Kandungan karbohidrat yang tinggi pada biji asam jawa dapat dimanfaatkan sebagai sumber pati.

Pemanfaatan alam yaitu berbagai jenis buah-buahan yang diturunkan untuk digali potensinya yaitu seperti buah asam yang dapat dimanfaatkan bijinya, dijelaskan oleh Allah swt. dalam QS. Al-Baqarah/ 2 : 22.

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَندَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ ﴿٢٢﴾

Terjemahnya :

”Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagi kamu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan sebagian air dari langit, lalu Dia menghasilkan dengan air itu buah-buahan sebagai bagian rezeki untuk kamu karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, padahal kamu mengetahuinya”

Menurut M. Quraish Shihab dalam tafsir Al-Misbah (2002) bahwa pada QS. Al-Baqarah/2:22, menyebutkan bahwa Allah tidak hanya menciptakan kamu dan menjadikan bumi hamparan untuk kamu. Dia mewujudkan sesuatu dari bahan yang telah ada sebelumnya yang bermanfaat dan harus diraih manfaatnya. Dia juga menyiapkan segala sarana kehidupan di dunia, material dan immaterial. Diturunkannya sebagian air dari langit, yakni hujan melalui hukum-hukum alam yang diterapkan-Nya untuk mengatur turunnya hujan. Sumber rezeki tidak hanya buah-buahan yang tumbuh akibat hujan, tetapi masih banyak yang lainnya yang terhampar di bumi. Sebagaimana Allah telah menciptakan alam raya demikian bersahabat dengan manusia sehingga menjadi kewajiban manusia menyambut persahabatan itu dengan memelihara dan mengembangkannya, sebagaimana dikehendaki Allah swt. dengan menjadikan manusia sebagai khalifah di bumi. Makna

ayat ini menjelaskan potensi alam yakni berbagai buah-buahan dan tumbuh-tumbuhan untuk digali potensinya. Salah satu potensi alam yang bisa dimanfaatkan adalah biji asam jawa (*Tamarindus Indica* L) untuk pembuatan bioplastik.

Pembuatan bioplastik biasanya digunakan gliserol untuk meningkatkan kelenturan dan kelembutan dari bahan polimer (Ishak dan Muhammad, 2007). Namun menurut Firdaus (2004), bioplastik yang menggunakan gliserol masih memiliki kelemahan pada sifat mekanik, kuat tarik (*tensile strength*) yang kurang baik, oleh karena itu perlu penambahan zat penguat pada bioplastik. Selain itu, menurut Rinaldy, dkk (2014) dan Purbasari, dkk (2014), hasil penelitian bioplastik yang menggunakan pati memiliki kekurangan terhadap karakteristik bioplastik. Oleh karena itu perlu penambahan zat seperti penambahan kitosan sebagai penguat dan ketahanan terhadap air bioplastik (Briassoulis, 2004).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini fokus pada pembuatan bioplastik dengan menggunakan pati dari biji asam dan akan dipelajari pengaruh penambahan bahan aditif kitosan terhadap karakteristik bioplastik seperti, kuat tarik (*tensile strength*), elongasi (*elongation*), ketebalan, ketahanan terhadap air dan untuk menguji adanya gugus fungsi pada bioplastik menggunakan instrumen *Fourier Transforms Infrared* (FTIR).

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh kitosan terhadap karakteristik bioplastik yang terbuat dari pati biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi optimum kitosan terhadap karakteristik bioplastik yang terbuat dari pati biji asam jawa (*Tamarindus indica* L) ?

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Dapat dijadikan sebagai alternatif pembuatan bioplastik yang berbasis ramah lingkungan sehingga nilai ekonomis dari biji asam jawa dapat lebih ditingkatkan.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan informasi atau referensi bagi peneliti yang berkaitan dengan kajian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Asam Jawa (*Tamarindus indica* L)

Asam jawa atau yang dikenal dengan nama ilmiah *Tamarindus indica* L adalah sebuah tanaman berpohon tegak yang memiliki tinggi mencapai 30 meter dan termasuk tumbuhan berbuah polong. Pada asam terdapat biji berkisar 2-5 dalam buah polong yang berbentuk pipih dengan warna coklat agak kehitaman. Dalam biji asam jawa mengandung 20,6% air, protein 3,1%, lemak 0,4%, 70,8% karbohidrat, 3% serat dan 2,1% abu (Haflah, 2013). Bentuk dari asam jawa dapat dilihat pada **Gambar 2.1** berikut.



Gambar 2.1 Biji Asam (*Tamarindus Indica* L)
(Sumber : El-Siddiq *et al*, 2006)

Asam jawa merupakan tanaman serbaguna yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan. Setiap bagian dari pohon (kayu, akar, daun, kulit batang dan buahnya) memiliki banyak kegunaan dan memiliki potensi yang dapat digunakan dalam industri makanan dan minuman serta pemanfaatannya sebagai obat herbal (El-Siddiq *et al*, 2006).

1. Klasifikasi asam (*Tamarindus indica* L.)

Menurut Hafiah (2013), klasifikasi asam jawa yaitu sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Sub Kingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua /dikotil)
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae (suku polong-polongan)
Genus	: <i>Tamarindus</i>
Spesies	: <i>Tamarindus indica</i> L.

Nama Daerah

Jawa	: Asem
Bugis	: Cempa
Makassar	: Camba

2. Morfologi asam (*Tamarindus indica* L.)

Asam jawa termasuk daun majemuk menyirip genap yang saling berhadapan. Daun asam jawa terdiri dari tangkai, dan helaian. Susunan tulang daun menyirip yang disebut juga sebagai daun majemuk menyirip. Tepi daun asam jawa rata dengan daging daun tipis dan lunak. Warna daun asam jawa hijau.

Batang asam jawa keras dan kuat (lignosus). Bentuk batang bulat (teres), pohon tegak, dan pada permukaannya terdapat banyak lentisel. Pohon asam jawa tingginya mencapai 30 m, berdaun lebat menyebar, dan cabangnya pedek. Bentuk percabangannya simpodial (batang pokok sukar untuk dibedakan). Warna batang coklat muda.

Akar asam jawa tergolong akar tunggang (*Radix primaria*) yang dapat menembus kedalam tanah. Bagian -bagian akar asam jawa adalah leher akar, cabang akar, batang akar, rambut-rambut akar, dan tudung akar (*Calyptra*).

Buah asam jawa termasuk buah sejati tunggal (buah sungguhan), kering, dan mengandung lebih dari satu biji. Buah asam jawa digolongkan dalam buah polong (*Legumen*). Panjang buah 5 -15 cm, tebalnya 2,5 cm agak melengkung dan membungkus biji. Kulit cangkang luar asam jawa lunak dan daging buahnya asam. Pada tiap polong terdapat 1-10 biji yang dibungkus oleh daging buah yang lengket.

Biji asam sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan bagi tumbuhan, selain buah, batang, dan akar. Biji asam jawa bentuknya tidak beraturan berwarna coklat tua atau hitam mengkilat. Biji dibagi dalam tiga bagian utama yaitu kulit biji (*Spermodermis*), kulit ari tali pusar (*Funiculus*) dan inti biji (*Nukleus seminis*). Kulit biji terdiri dari lapisan luar, lapisan tengah dan lapisan kulit dalam. Inti biji asam terdiri dari lembaga (*Embrio*) dan puti lembaga (*albumen*) yang berupa jaringan

cadangan makanan untuk permulaan pertumbuhan. Biji asam memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang (Haflah, 2013). Manfaat biji-bijian yang diturunkan oleh Allah swt. dijelaskan dalam QS. Qaf /50: 9.

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبْرَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ ﴿٩﴾

Terjemahnya :

“Kami turunkan dari langit air yang banyak manfaatnya lalu Kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam”

Menurut M. Quraish Shihab dalam tafsir Al-Misbah (2002) bahwa pada QS. Qaaf /50: 9 menyebutkan beberapa manfaat yang diperoleh dari penciptaan langit dan bumi, yakni kami menurunkan sedikit demi sedikit dan sesuai kebutuhan dari langit yakni air hujan. Air hujan yang banyak manfaatnya bagi penghuni bumi lalu kami tumbuhkan yakni air yang tercurah itu, aneka tumbuhan, bunga-bunga, buah-buahan dan biji-bijian. Makna dari ayat ini menjelaskan bahwa banyak manfaat yang dapat diperoleh dari penciptaan langit dan bumi. Diturunkan air hujan dari langit untuk ditumbuhkan berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yakni bunga, buah dan biji untuk diambil manfaatnya. Salah satu aneka ragam tumbuh-tumbuhan yang bisa dimanfaatkan yaitu biji asam jawa dalam pembuatan bioplastik yang berbasis ramah lingkungan.

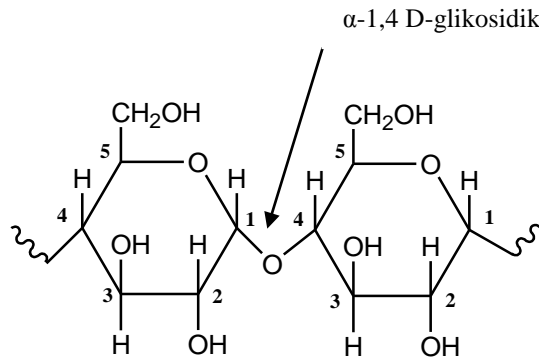
Pemanfaatan biji asam biasanya sering dibuat bubuk untuk menjadi pasta untuk pengobatan penyakit eksternal. Di Kamboja dan India, dilaporkan bahwa bubuk biji asam jawa digunakan untuk mengobati bisul dan disentri. Selain itu juga pemanfaatannya dapat digunakan untuk mengobati penyakit mata. Bijinya juga dapat

digunakan secara oral untuk pengobatan diare kronis dan penyakit kuning. Dalam industri, pati biji asam jawa digunakan dalam bentuk produk *Tamarind Kernel Powder* yang digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri farmasi (Deseswaran *et al*, 2009).

B. Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin (Winarno, 1984). Struktur amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α -(1,6) D-glukosa. Rumus molekul pati adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan berat molekul amilosa yaitu beberapa ribu hingga 500.000, begitu pula dengan amilopektin (Lehninger, 1982). Pati terdapat dalam beras, kentang dan tumbuhan hijau.

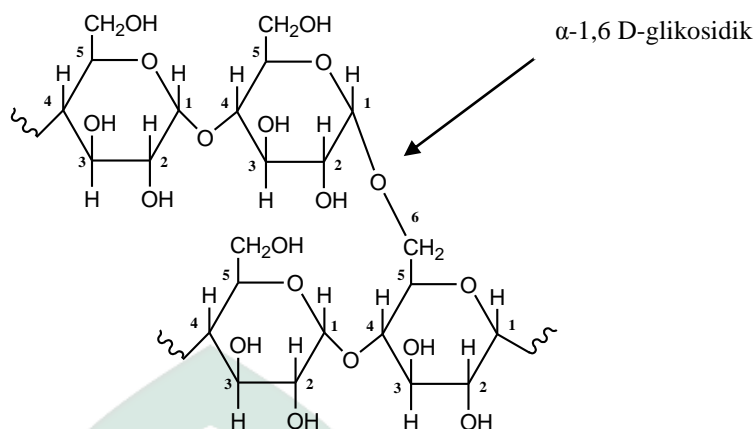
Proses ekstraksi pati, bahan tumbuhan dihancurkan bersama air dan bubur yang dihasilkan kemudian disaring untuk memisahkan jaringan kasarnya sehingga sisanya adalah suspensi amilum (Cowd, 1991). Amilosa yang menyusun 20-50% amilum alam dibentuk dari kesatuan glukosa yang bergabung melalui ikatan α -1,4-D-glikosidik (**Gambar 2.2**). Massa molekulnya sangat beragam, bergantung pada sumbernya (Cowd, 1991). Dalam tanaman, pati terdapat pada akar, umbi atau biji tanaman. Rasa pati tidak manis, berwarna putih dan tidak berbau. Tanaman yang banyak mengandung pati antara lain ubi kayu, ubi jalar, kentang, biji nangka, sagu dan jenis gandum.



Gambar 2.2 Struktur Amilosa
(Sumber : Zulaidah, 2012).

Pati tidak larut dalam air dingin, tetapi apabila butiran-butiran pati dipanaskan pada suhu 55-80°C dalam larutan, butiran-butiran tersebut akan menyerap pelarut, proses ini disebut gelatinisasi (Dureja dkk, 2011 dan Sumardjo, 2006). Pati dengan larutan iod akan memberikan zat berwarna biru-hitam. Sifat ini menjadikan larutan pati merupakan indikator yang baik dalam analisis volumetrik yang berkenaan dengan iod. Pati digunakan secara besar-besaran dalam industri kertas dan perekat kertas. Pati juga banyak digunakan dalam industri makanan, baik sebagai komponen bahan makanan maupun dihidrolisis lebih lanjut untuk menghasilkan glukosa dan digunakan untuk menghasilkan kanji untuk kertas, tekstil dan diragikan menjadi alkohol (Cowd, 1991).

Amilopektin adalah polimer berantai cabang dengan ikatan α -(1,4)-glikosidik dan ikatan α -(1,6)-glikosidik (**Gambar 2.3**). Setiap cabang terdiri atas 25-30 unit D-glukosa. Selain perbedaan struktur, panjang rantai polimer dan jenis ikatannya, amilosa dan amilopektin mempunyai perbedaan dalam hal penerimaan terhadap iodin. Amilosa akan membentuk kompleks berwarna biru sedangkan amilopektin membentuk kompleks berwarna ungu-coklat bila ditambah dengan iodin (Hee-Joung An, 2005).



Gambar 2.3 Struktur Amilopektin
(Sumber : Zulaidah, 2012)

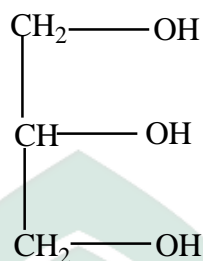
Pada struktur granula pati, amilosa dan amilopektin tersusun dalam suatu cincin-cincin. Jumlah cincin dalam suatu granula pati kurang lebih 16 buah, yang terdiri atas cincin lapisan amorf dan cincin lapisan semikristal. Amilosa merupakan fraksi gerak, yang artinya dalam granula pati letaknya tidak pada satu tempat, tetapi bergantung pada jenis pati. Umumnya amilosa terletak di antara molekul-molekul amilopektin dan secara acak berada selang-seling di antara daerah amorf dan kristal (Herawati, 2011).

Penggunaan pati dalam pembuatan bioplastik sangat berpotensi karena keberadaan pati yang melimpah, mudah terdegradasi dan murah. Namun perlu penambahan bahan *plasticizer* untuk mengubah sifat dan karakteristik plastik yang dihasilkan. Salah satu contoh *plasticizer* adalah gliserol (Radhiyatullah dkk, 2015).

C. Gliserol

Gliserol (bahasa inggris : *glycerol*, *glycerin*, *glycerine*) adalah senyawa gliserida yang paling sederhana, dengan hidroksil yang bersifat hidrofilik dan hidroskopik. Gliserol merupakan komponen yang menyusun berbagai macam lipid,

termasuk trigliserida. Gliserol terasa manis saat dikecap (Nugroho, 2012). Struktur kimia dari gliserol dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Struktur Gliserol
(Sumber : Nugroho, 2012)

Gliserol berperan untuk meningkatkan sifat plastisitasnya yaitu sifat mekanis yang lunak atau lentur. Dalam konsep sederhana, pemlastis merupakan pelarut organik dengan titik didih tinggi yang ditambahkan ke dalam resin yang keras atau kaku sehingga akumulasi gaya intermolekuler pada rantai panjang akan menurun, akibatnya kelenturan, pelunakan dan pemanjangan akan bertambah. Oleh sebab itu, akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanisme film seperti elastisitas, kekerasan, sifat listrik, suhu alir, suhu transisi kaca dan sebagainya (Nugroho, 2012). Sifat fisik dan kimia gliserol dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Kimia Gliserol

Sifat	Nilai
Tampilan fisik	Cair
Kemurniaan	95-99.5%
Titik didih	290°C pada 1013 hPa
Densitas	1.26 pada suhu 20°C
Viskositas	1410 mPa pada suhu 20°C
Tegangan permukaan	63.4 Mn/m pada suhu 20°C

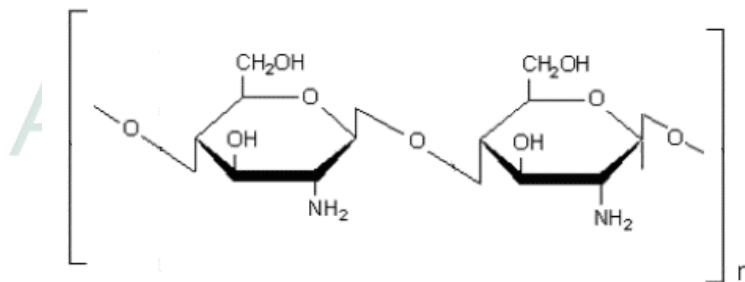
(Sumber : Radhiyattullah dkk, 2015)

Jenis dan konsentrasi gliserol akan berpengaruh terhadap kelarutan dari film berbasis pati. Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air. Gliserol memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada *edible* film berbasis pati (Bourtoom, 2007).

Penggunaan gliserol sebagai bahan pemlastis, kitosan juga diperlukan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioplastik. Adapun keuntungannya adalah kitosan mempunyai sifat yang baik untuk dibentuk jadi plastik, mempunyai sifat antimikrobakteri, murah, berlimpah dan berfungsi sebagai penguat plastik dan tahan terhadap air (Radhiyatullah dkk, 2015).

D. Kitosan

Kitosan dengan rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ dapat diperoleh dari deasetilasi kitin. Kitosan juga dijumpai secara alamiah di beberapa organisme. Adapun struktur kimia kitosan menurut Amelia (2010) dapat dilihat pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 Struktur Kitosan
(Sumber : Sugita, 2009)

Kitosan merupakan senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa. Kitin ini umumnya

diperoleh dari kerangka hewan invertebrata dari kelompok *Arthropoda sp*, *Molusca sp*, *Coelenterata sp*, *Annelida sp*, *Nematoda sp*, dan beberapa dari kelompok jamur. Selain dari kerangka hewan *invertebrate*, juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, *trachea*, dinding usus dan pada kulit cumi-cumi. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang *Crustaceae sp*, yaitu udang, lobster, kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut (Amelia, 2010).

Kitosan merupakan padatan amorf yang berwarna putih kekuningan. Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat (Sugita, P. 2009). Kitosan mudah mengalami degradasi secara biologis dan tidak beracun, kationik kuat, flokulan dan koagulan yang baik, mudah membentuk membran atau film serta membentuk gel dengan anion bervalensi ganda. Kitosan tidak larut dalam air, pelarut-pelarut organik, alkali atau asam-asam mineral pada pH diatas 6,5. Kitosan larut dengan cepat dalam asam organik seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat (Mat,B. Zakaria, 1995). Adapun wujud dari kitosan dapat dilihat pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Serbuk Kitosan
(Sumber : Sugita, 2009)

Kitosan memiliki sifat unik yang dapat digunakan dalam berbagai cara serta memiliki kegunaan yang beragam, antara lain sebagai bahan perekat, aditif untuk kertas dan tekstil, penjernih air minum, serta untuk mempercepat penyembuhan luka, dan memperbaiki sifat pengikatan warna. Kitosan merupakan pengkelat yang kuat untuk ion logam transisi.

Pemanfaatan kitosan sangat banyak diantaranya, untuk pengawet makanan (pengganti formalin dan boraks), pengolahan limbah, obat pelangsing, kosmetik, dan lain sebagainya. Kitosan mempunyai gugus aktif yang akan berikatan dengan mikroba sehingga kitosan juga mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Saat ini, kitosan telah diproduksi secara industri di negara-negara maju terutama Jepang dan Amerika Serikat (Mahatmanti, 2010).

E. Plastik

Plastik merupakan senyawa sintetik hidrokarbon rantai pendek yang berasal dari minyak bumi kemudian dibuat dengan reaksi monomer yang sama sehingga strukturnya menjadi kaku dan membentuk rantai panjang serta akan memadat kembali setelah mencapai suhu pembentukannya. Plastik memiliki ikatan karbon rantai panjang sehingga sulit untuk terdegradasi oleh mikroorganisme (Hamonangan, 2009).

Sifat-sifat plastik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Darni dan Herti, 2010) ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Standar SNI Plastik

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat tarik (MPa)	24,7-302
2.	Persen elongasi (%)	21-220
3.	Hidrofobisitas (%)	99

(Sumber : Darni dan Herti, 2010)

Plastik sintetik (*non-biodegradable*) memiliki dampak buruk terhadap lingkungan karena sifatnya sulit terurai. Saat ini telah dikembangkan plastik *biodegradable* untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya plastik, artinya plastik ini dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Biasanya plastik konvensional berbahan dasar *petroleum*, gas alam, atau batu bara. Sementara plastik *biodegradable* terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya pati, selulosa, *kolagen*, *kasein*, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan (Huda, 2007).

Para pakar lingkungan dan ilmuwan telah melakukan berbagai penelitian dan tindakan dengan cara mendaur ulang limbah plastik. Namun, cara ini tidak terlalu efektif. Hanya sekitar 4% yang dapat didaur ulang, sisanya menggenangi di tempat penampungan sampah (Kadir, 2012). Pengembangan bahan plastik *biodegradable* (bioplastik) merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan akibat sampah plastik sintetis atau konvensional. Pengembangan bahan plastik *biodegradable* (bioplastik) menggunakan bahan alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) sangat diharapkan berkembang di Indonesia (Puspita, 2013).

F. Biodegradable

Plastik *biodegradable* dalam bahasa Inggris sering disebut sebagai *Environmentally Degradable Polymers* (EDPs). *Environmentally Degradable Polymers* adalah polimer yang terdegradasi secara proses biotik dan abiotik atau kombinasi keduanya di lingkungan tanpa meninggalkan residu toksik (Swift, 2011).

Degradasi (*degradation*) merupakan proses satu arah (*irreversible*) yang mengarah pada perubahan signifikan dari suatu struktur material, dengan cara kehilangan komponen, misalnya berat molekul atau berat struktur, disertai dengan pemecahan (*fragmentation*). Degradasi disebabkan oleh kondisi lingkungan dan terjadi dalam satu tahap atau lebih, sedangkan plastik *biodegradable* menunjukkan keadaan plastik yang terdegradasi sebagai hasil dari aktivitas alam yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan alga. Plastik *biodegradable* dapat terdegradasi oleh lingkungan tertentu misalnya tanah, kompos, atau lingkungan perairan (Seigel dan Lisa, 2007).

Biodegradable dapat diartikan dari tiga kata yaitu *bio* yang berarti makhluk hidup, *degra* yang berarti terurai dan *able* berarti dapat. Jadi, film plastik *biodegradable* adalah film plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Film plastik ini, biasanya digunakan untuk pengemasan. Kelebihan film plastik antara lain tidak mudah ditembus uap air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemas (Mahalik, 2009).

Faktor yang mempengaruhi biodegradabilitas plastik yaitu biodegradabilitas plastik ditentukan oleh banyak faktor, diantaranya faktor lingkungan, meliputi cuaca, iklim, dan kelembaban udara. Faktor lainnya adalah temperatur, cahaya, pH, kandungan oksigen, kandungan air, dan keberadaan organisme pengurai. Komposisi plastik berhubungan dengan sifat biodegradabilitasnya. Kondisi permukaan (luas permukaan, hidrofob atau hidrofil), titik leleh, elastisitas, dan kristalinitas mempunyai peranan penting dalam proses biodegradasi (Tokiwa dkk., 2009). Tanah yang mengandung bakteri dan fungi penghasil enzim depolimerisasi plastik *biodegradable* mampu mendegradasi plastik tersebut dengan cara memutuskan rantai polimernya.

Kegunaan plastik *biodegradabel* pada kehidupan sehari-hari (Puspita, 2013) antara lain:

1. Sebagai kemasan (wadah makanan dan pembungkus)
2. Sebagai kantong plastik untuk pengomposan sampah makanan dan sebagai tas di supermarket
3. Produk *catering* (sendok garpu, piring, cangkir sedotan)
4. Pertanian (film mulsa, pot tanaman, pembibitan film)
5. Produk-produk kesehatan dan implant pada medis & dental

Plastik *biodegradable* berbahan dasar pati dapat didegradasi oleh bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Jika dibandingkan dengan plastik tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi alam, sementara plastik *biodegradable* dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik *biodegradable*, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah (Nanda, 2015).

Metode yang dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik ini yaitu metode *casting*. Metode *casting* merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk membuat film plastik. Pada metode ini protein atau polisakarida didispersikan pada campuran air dan *plasticizer* yang kemudian diaduk. Setelah pengadukan lalu segera campuran tadi dipanaskan dalam beberapa waktu dan dituangkan pada *casting plate*. Setelah dituangkan kemudian dibiarkan mengering dengan sendirinya pada kondisi

lingkungan dan waktu tertentu. Film yang telah mengering dilepaskan dari cetakan (*casting plate*) dan kemudian dilakukan pengujian terhadap karakteristik yang dihasilkan (Hui, 2006).

G. Karakteristik Biopalstik

1. Kuat tarik (*Tensile Strength*)

Dalam istilah umum, *strength* atau kekuatan adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Kemampuan suatu struktur untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan. Kerusakan dapat terjadi oleh perpecahan karena tekanan yang berlebihan, atau kemungkinan juga disebabkan oleh deformasi struktur. *Tensile* termasuk juga ketahanan material terhadap kuat tekan atau tegangan. Jumlah kekuatan yang dibutuhkan untuk memecah material. Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan plastik (Gedney, 2005). Pada penelitian sebelumnya Sanjaya (2012), semakin besar konsentrasi kitosan, maka nilai *tensile strength* juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi kitosan maka semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. Alat uji kuat tarik (*Tensile strength*) dapat dilihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7 Alat Kuat Tarik
(Sumber : Hasan dkk, 2014)

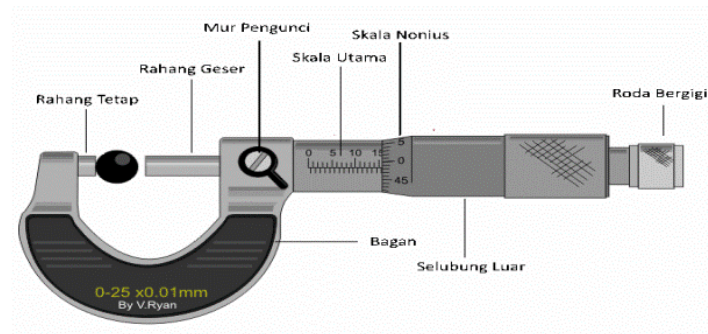
2. Elongasi (Persen pemanjangan)

Elongasi atau persen pemanjangan merupakan pemanjangan maksimal film bioplastik saat mulai putus. Pengujian elongasi atau persen pemanjangan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan rentang putus film bioplastik yang dihasilkan. Makin tinggi nilai rentangnya maka makin baik film bioplastik yang dihasilkan dan apabila nilai rentang rendah maka kurang baik film bioplastik tersebut (Ningsih, 2015). Penelitian Sinaga, dkk (2014), bioplastik dari umbi talas memperoleh nilai pemanjangan saat putus tertinggi pada pati 0,3 w/v, penambahan 3% v gliserol yaitu nilai pemanjangan saat putus 14,8448 %. Semakin banyak gliserol yang ditambahkan maka sifat pemanjangan saat putus akan semakin tinggi, tetapi jika gliserol yang ditambahkan terlalu sedikit maka bioplastik yang dihasilkan kurang elastis.

3. Ketebalan

Ketebalan adalah salah satu parameter penting yang berpengaruh terhadap kualitas film plastik yang dihasilkan. Ketebalan berkaitan dengan kemampuan film plastik untuk melindungi seperti produk pangan. Nilai ketebalan yang berbeda disebabkan oleh banyaknya padatan terlarut yang merupakan komponen penyusun.

Menurut Park *et al.* (1996), ketebalan bioplastik dipengaruhi oleh luas cetakan, volume larutan, dan banyaknya total padatan terlarut. Uji ketebalan dilakukan dengan menggunakan alat *micrometer scrup* dapat dilihat pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8 *Micrometer scrup*
(Sumber : Ningsih, 2015)

4. Ketahanan terhadap air

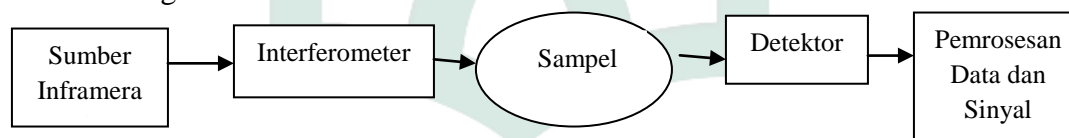
Ketahanan terhadap air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui persentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air. Ini diperlukan untuk mengetahui sifat bioplastik yang dihasilkan apakah sudah mendekati sifat plastik sintetik atau belum, karena konsumen plastik memilih plastik dengan sifat tahan terhadap air (Darni dkk, 2009). Hasil penelitian Indriyanto (2014) memperoleh nilai persentase ketahanan air paling baik pada penambahan kitosan 20 ml yaitu sebesar 11,05% dengan persentase ketahanan air yang kecil. Seiring dengan penambahan kitosan menyebabkan ketahanan air bioplastik akan semakin kecil dikarenakan sifat kitosan yang hidrofobik. Semakin besar volume konsentrasi kitosan, maka nilai persentase ketahanan airnya semakin kecil yang berarti sifat fisik plastik *biodegradable* akan semakin bagus. Kitosan yang ditambahkan akan

menurunkan kelembaban plastik karena memiliki sifat hidrofobik yang mempengaruhi gaya antar molekulnya, kitosan akan menyisip diantara polimer plastik. Kitosan sebagai biopolimer telah memberikan sifat ketahanan air yang baik pada bahan bioplastik.

H. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Karakterisasi gugus fungsi dapat dilakukan menggunakan FTIR. Spektroskopi FTIR atau *Fourier Transform Infrared* dapat menganalisis gugus fungsi suatu senyawa dengan kemampuan analisis yang lebih baik daripada sistem IR konvensional, termasuk dalam hal sensitivitas, kecepatan dan peningkatan pengolahan data.

Komponen dasar instrumen FTIR (Anggarini, 2013) ditunjukkan secara skematis sebagai berikut :



FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan metode yang menggunakan spektroskopi inframerah. Prinsip kerja spektroskopi FTIR adalah adanya interaksi energi dengan materi. Pada spektroskopi inframerah, radiasi inframerah dilewatkan pada sampel. Sebagian radiasi inframerah diserap oleh sampel dan sebagian lagi dilewatkan. Hasil dari spektrum merupakan besarnya absorpsi molekul dan transmisi yang membentuk sidik jari molekul dari suatu sampel. Seperti sidik jari pada umumnya, struktur sidik jari dari spektrum yang dihasilkan tidak ada yang sama. Inilah yang membuat spektroskopi inframerah berguna untuk beberapa analisa. Manfaat informasi yang dapat diketahui dari FTIR adalah mengidentifikasi suatu

senyawa yang tidak diketahui (Thermo, 2011). Alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dapat dilihat pada **Gambar 2.9**.



Gambar 2.9 Alat Instrument FTIR
(Sumber : Nugroho, 2012)

Hasil pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR, apabila terdapat gugus fungsi C=O karbonil dan C-O ester mengindikasikan adanya kemampuan degradabilitas pada plastik yang disintesis. Hal ini dikarenakan gugus fungsi O-H, C=O karbonil dan C-O ester merupakan gugus yang bersifat hidrofilik sehingga molekul air dapat mengakibatkan mikroorganisme pada lingkungan memasuki matriks plastik tersebut. Gugus fungsi yang mampu mendegradasi bioplastik dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

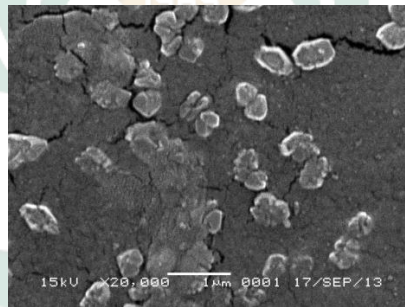
Tabel 2.3 Gugus fungsi pendegradasi bioplastik

Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm^{-1})
Ester (C=O)	1750-1735
Ester (C-O)	1300-1000
Karboksil (O-H)	3700-3500
Amina (N-H)	1650-1550

*: silverstein, 2005 :82-108

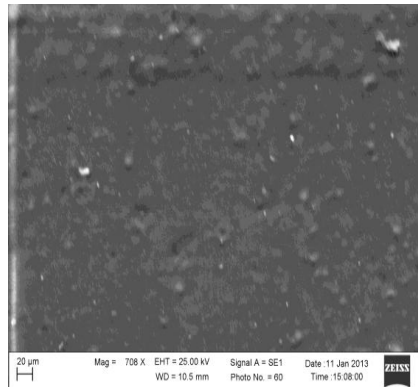
I. Analisa Morfologi SEM (*Scanning Electron Mikroskopy*)

Analisa morfologi SEM merupakan suatu metode untuk membentuk bayangan daerah mikroskopis permukaan sampel. Proses analisa SEM menghasilkan elektron yang difokuskan menuju sampel, ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan pantulan elektron baru. Pantulan elektron tersebut menghasilkan sinyal *backscattered electron* yang secara prinsip, atom-atom dengan berat molekul lebih besar akan memantulkan lebih banyak elektron sehingga tampak lebih cerah dari atom dengan berat molekul rendah (Sinaga, dkk, 2014)



Gambar 2.10 Permukaan bioplastik pati-gliserol (Lazuardi, 2013)

Hasil SEM bioplastik dengan perbesaran 20000 kali, morfologi permukaan atas terlihat adanya *crack* berwarna hitam yang menunjukkan retakan diduga terjadi karena ukuran amilopektin masih terlalu besar. Ukuran amilopektin yang masih besar mengakibatkan tidak rapatnya partikel amilopektin pada matriks pati, yang ditunjukkan dengan lempengan-lempengan berwarna putih yang tidak larut sempurna.



Gambar 2.11 Permukaan bioplastik pati-gliserol-kitosan (Sinaga, dkk, 2014)

Bioplastik dengan komposisi kitosan-pati 2:1 dan penambahan gliserol 20% memperlihatkan permukaan rata yang teridentifikasi pada perbesaran 708x. Permukaan bioplastik ini menunjukkan bahwa tidak adanya pori yang terbentuk, sehingga mempengaruhi bioplastik terhadap daya serap air yaitu sebesar 7,4%. Permukaan yang rata atau memiliki luas permukaan yang kecil dan tidak berpeluang untuk berinteraksi, sehingga pada saat pengujian degradasi dalam tanah laju degradasi untuk bioplastik komposisi kitosan-pati 2:1 dengan penambahan gliserol 20% ini rendah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2016 – April 2017 di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Peternakan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, Laboratorium Fakultas Kehutanan UNHAS dan Laboratorium Fisika Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu FTIR (*Fourier Transform-Infra Red*), mesin kuat tarik (*mechanical universal testing machine mereck*) tipe (AND MCT-2150), oven digital *mereckmemmert*, neraca analitik *mereck KERN* ABJ, *magnetic stirrer hotplate mereck cimare* 687 VS-5.1-07, alat pengukur ketebalan (*micrometer scrup*), *blender*, cetakan flexi glass berukuran 20 x 20 cm, gelas ukur 100 mL, gelas kimia 250 mL, gelas kimia 500 mL, batang pengaduk, termometer 100°C, pipet skala 1 mL, pipet skala 10 mL, labu takar 1000 mL, spatula dan gunting.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, aluminium foil, asam asetat glasial (CH_3COOH) 100% Merck KGaA, aquades (H_2O), gliserol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$), kitosan dan pati biji asam.

C. Prosedur Kerja

1. Persiapan sampel ekstrak pati

Ekstraksi pati dari biji dilakukan dengan mengikuti cara kerja Coniwanti (2014) dengan sedikit perubahan. Biji asam jawa sebanyak ± 1 kg dibersihkan dengan air lalu disortir. Biji asam jawa dikeringkan, kemudian disangrai dengan api kecil selama 20 menit. Selanjutnya bagian kulit (cangkang hitam) dipisahkan dari biji bagian dalam. Dicuci bersih dengan menggunakan air mengalir lalu ditiriskan. Biji asam dihaluskan menggunakan penggiling kemudian ditimbang dan dihaluskan lagi menggunakan *blender* dengan perbandingan biji asam : aquades (500 gram : 1 liter). Saring biji asam jawa menggunakan kain kasa. Hasil saringan kemudian dimasukkan ke dalam dua buah gelas kimia 1000 mL dan endapkan selama 12 jam dalam keadaan tertutup pada suhu kamar. Selama proses pengendapan akan terbentuk dua lapisan yaitu endapan pati dan air hasil pengendapan. Air hasil pengendapan dibuang untuk memperoleh endapan pati. Endapan pati dibilas aquades kemudian diendapkan lagi untuk memperoleh pati yang benar-benar murni. Selanjutnya pati dikeringkan dalam *freeze dryer* pada suhu -40°C selama 24 jam. Pati yang diperoleh kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

2. Persiapan larutan

a. Pengenceran asam asetat (CH_3COOH) 1%

Asam asetat 1% (v/v) dibuat dengan cara memipet 10,4 mL larutan asam asetat 100% ke dalam labu takar 1000 mL. Tambahkan aquades kemudian dihipitkan hingga tanda batas.

b. Pembuatan larutan pati

Larutan pati dibuat dengan cara menimbang pati biji asam jawa sebanyak 5 gram dilarutkan dalam 100 mL aquades di dalam gelas kimia. Setelah larut, dipanaskan pada suhu 80°C sambil dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* selama 25 menit sampai terbentuk larutan homogen (Listiyaningsih, 2013).

c. Pembuatan larutan kitosan 3%, 4% dan 5%

Larutan kitosan 3% (b/v) dibuat dengan cara menimbang sebanyak 3 gram kitosan yang dilarutkan ke dalam asam asetat 1% (v/v), sampai volume 100 mL. Setelah larut, dipanaskan pada suhu 80°C sambil dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* selama 25 menit sampai terbentuk larutan homogen dan membentuk larutan kental. Perlakuan pembuatan larutan kitosan diulangi untuk konsentrasi kitosan 4% dan 5%.

d. Pembuatan larutan bioplastik

Pembuatan larutan bioplastik dilakukan dengan mengikuti cara kerja Listiyaningsih (2013). Larutan bioplastik dibuat dengan cara mencampurkan larutan pati 5% (b/v) dengan larutan kitosan 3% (v/v). Kemudian menambahkan larutan gliserol 25% dari berat pati (sebanyak 1.25 mL) ke dalam larutan pati-kitosan. Setelah itu, larutan bioplastik dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 90° C dengan putaran 60 rpm, selama 20 menit. Cara kerja pembuatan larutan bioplastik diulangi untuk konsentrasi kitosan 4%, 5% dan 0% (tanpa penambahan kitosan) sebagai pembanding. Untuk pengerjaan ini dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali (triplo).

e. Pencetakan bioplastik

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan mengikuti cara kerja Listiyaningsih (2013) dengan sedikit perubahan. Larutan bioplastik dituang ke dalam cetakan kaca berukuran 20x20 cm. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50-55°C selama 3x24 jam. Setelah itu cetakan dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam suhu kamar. Bioplastik yang terbentuk dikelupas dari cetakan kemudian disimpan dalam wadah kedap udara. Lembar bioplastik selanjutnya diuji karakteristik meliputi, uji ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, uji gugus fungsi menggunakan alat FTIR untuk adanya gugus karbonil dan ester penanda terdegradasinya bioplastik.

3. Analisis karakteristik bioplastik

a. Uji Ketebalan

Uji ketebalan dilakukan dengan pengukuran ketebalan bioplastik menggunakan alat *micrometer scrup*. Pengukuran film bioplastik dilakukan pada lima titik yang berbeda yaitu bagian setiap sudut dan tengah bioplastik. Nilai ketebalan didapatkan dari rata-rata hasil pengukuran. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).

$$\text{Ketebalan rata-rata} = \frac{\text{titik 1} + \text{titik 2} + \text{titik 2} + \text{titik 4} + \text{titik 5}}{5}$$

b. Uji Kuat tarik

Uji kuat tarik dilakukan dengan mengikuti (ATSM D638-02a-2002). Sampel dipotong dengan ukuran 2 x 10 cm, kemudian dikaitkan dengan penjepit 1.5 cm secara horizontal dikedua panjang sisinya. Kekuatan tarik ditentukan dengan melihat

beban maksimum pada saat lembar bioplastik putus. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali (triplo). Untuk menghitungnya digunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_o}$$

Keterangan : σ : kekuatan tarik (kg/cm²)

F maks : beban maksimum (kg)

A : luas panampang awal (cm²)

c. Uji Persen Pemanjangan

Uji persen pemanjangan dilakukan pada perhitungan penambahan panjang lembar bioplastik, saat lembar bioplastik putus. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali (triplo). Persentasi pemanjangan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_o}$$

Keterangan : ϵ : regangan (%)

Δl : pertambahan panjang (cm)

l_o : panjang mula-mula (cm)

d. Uji Ketahanan Air

Uji penyerapan air digunakan berdasarkan metode kristiana (2015) yaitu memotong plastik dengan ukuran diameter 50 mm dan tebal $\pm 0,18$ mm kemudian menimbang berat sampel bioplastik. Masukkan sampel bioplastik ke dalam wadah berisi aquades selama 24 jam. Selanjutnya sampel diambil dan dibersihkan dengan menggunakan kain kering. Penyerapan air dihitung dengan rumus :

$$\text{Penyerapan air \%} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan : W_0 : berat sampel kering

W : berat sampel setelah direndam air

Kemudian persen air yang diserap dikalkulasi dalam perhitungan berikut untuk mendapatkan persen ketahanan air.

$$\text{Ketahanan air plastik} = 100\% - \text{persen air diserap}$$

d. Uji Gugus Fungsi

Karakterisasi gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan spektrum FT-IR dengan memperhatikan bilangan gelombang dan intensitasnya. Spektrum FT-IR direkam menggunakan spektrofotometer pada suhu ruang. Sampel dalam bentuk film ditempatkan ke dalam *set holder* kemudian dicari spektrum yang sesuai.

e. Analisis Data

Data hasil pengukuran karakteristik bioplastik (ketebalan, kuattarik, persen pemanjangan dan ketahanan air) dianalisis menggunakan SPSS (*Statistic Package for Social Sciene*) versi 22.0 menggunakan metode One-Way-ANOVA. Jika ($p < 0,05$) maka perlakuan yang dilakukan berpengaruh secara nyata. Apabila ($p > 0,05$) maka perlakuan yang dilakukan tidak berpengaruh secara nyata.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pengukuran uji karakteristik fisik bioplastik seperti uji ketebalan, kuat tarik, elongasi, penyerapan air dan analisis gugus fungsi (FTIR) dari pati biji asam (*Tamarindus indica* L.) dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2.

Parameter	Konsentrasi Kitosan (%)	Nilai rata-rata	Standar Bioplastik
Ketebalan (mm)	0	0.12	
	3	0.26	≤ 0.25 (mm)
	4	0.30	(Japanesse
	5	0.32	Industrial Standard)
Kuat Tarik (MPa)	0	4.61	
	3	16.15	$>24,7-302$ (MPa)
	4	27.62	(SNI)
	5	25.63	
Elongasi (%)	0	33.8	
	3	21.19	$>21-220$ (%)
	4	11.47	(SNI)
	5	13.22	
Ketahanan Air (%)	0	-	
	3	65	99%
	4	74	(SNI)
	5	69	

Tabel 4.1 Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Asam (*Tamarindus indica* L.)

Tabel 4.2 Hasil Analisis Gugus Fungsi Bioplastik Menggunakan (FTIR)

Konsentrasi kitosan	Rentang Serapan (cm^{-1})	Serapan (cm^{-1})	Vibrasi	Gugus fungsi	Hasil penelitian sebelumnya**
0%	3700-3500	3621.32	Ulur, k	O-H	(3388.93 cm^{-1}) O-H
	1750-1735	1735	Ulur, m	C=O	(1710.55 cm^{-1}) C=O
	3700-3500	3561.40	Ulur, k	O-H	(3388.93 cm^{-1}) O-H
4%	1650-1550	1652.27	Sidik Jari, k	N-H	(1597.06 cm^{-1}) N-H
	1000-1300	1067.86	Sidik jari, l	C-O	(1242.16 cm^{-1}) C-O

* : silverstein, 2005 :82-108

** : Darni dan Herti, Arum.

B. Pembahasan

1. Hasil ekstraksi pati dari biji asam

Pati biji asam diperoleh melalui proses ekstraksi dari biji asam. Ekstrak pati biji asam digunakan sebagai bahan dasar bioplastik. Pati memiliki sifat termoplastik yaitu dapat dibentuk dengan proses pemanasan dan akan mengeras jika didinginkan sehingga mudah dibuat menjadi film plastik.

Biji asam yang diperoleh dibuka kulitnya dan digiling agar diperoleh tepung biji asam yang halus. Tepung biji asam ditambahkan pelarut aquades dan diendapkan untuk memperoleh endapan pati. Endapan pati biji asam yang diperoleh dikeringkan menggunakan *freeze dryer* dengan tujuan untuk mengeringkan bahan atau

menghilangkan kadar air pada bahan dalam keadaan dingin atau beku. Pati yang telah kering kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh dengan tujuan untuk memisahkan kontaminan dan memperoleh pati dengan ukuran yang seragam. Pati yang diperoleh berwarna putih dan tidak berbau. Pati yang diperoleh yaitu 200 gram atau 20% dalam 1 kilogram tepung biji asam sedangkan hasil penelitian Haflah (2013), dalam 200 gram tepung biji asam dapat diperoleh 50 gram pati biji asam. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh jenis biji asam yang digunakan berbeda.

Pati dilarutkan dengan menggunakan aquades bertujuan untuk memperoleh larutan pati, lalu dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dan dipanaskan agar larutan pati tercampur dengan sempurna atau homogen. Larutan kitosan dilarutkan dengan asam asetat karena kitosan larut baik dengan menggunakan pelarut asam asetat kemudian dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* sambil dipanaskan yang bertujuan agar terbentuk larutan yang homogen dan membentuk larutan kental.

2. Bioplastik yang dihasilkan dari pati biji asam

Pada penelitian ini bioplastik dibuat dengan menggunakan metode *blending* yaitu suatu metode pencampuran dua bahan atau lebih menjadi satu. Bahan dasar dalam penelitian ini adalah pati biji asam dengan konsentrasi 5% (b/v).

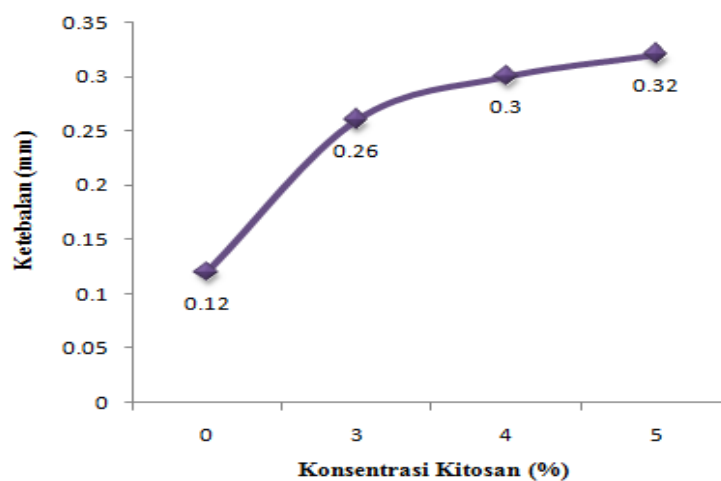
Bioplastik dari bahan dasar pati umumnya bersifat rapuh dan kaku sehingga perlu ditambahkan gliserol untuk meningkatkan kelenturan dan kelembutan dari bahan polimer yang bersifat *plasticizer* (Ishak dan Muhammad, 2007). Gliserol adalah *plasticizer* yang bersifat hidrofilik sehingga cocok untuk bahan pembentuk film yang bersifat hidrofilik seperti pati (Krisna, 2011). Namun bioplastik yang menggunakan gliserol masih memiliki kekurangan terhadap karakteristik bioplastik. Kekurangan tersebut seperti tidak tahan terhadap air dan mudah putus oleh karena itu

perlu ditambahkan kitosan sebagai penguat, ketahanan terhadap air dan anti mikroba (Briassoulis, 2004). Pada penelitian ini kitosan digunakan variasi konsentrasi 3% (v/v), 4% (v/v) dan 5% (v/v). Hal ini didasarkan dari penelitian Agustin (2016), menyatakan bahwa komposisi optimum untuk pembuatan bioplastik berbahan dasar kitosan dan kulit pisang kapok dengan penambahan gliserol dan seng oksida (ZnO) adalah kitosan 4%. Larutan bioplastik dituang dalam cetakan kaca yang telah dilap menggunakan alkohol untuk menghilangkan kotoran yang melekat di kaca dan dikeringkan dalam oven agar terbentuk lembaran bioplastik.

3. Karakteristik Bioplastik dari pati biji asam

a. Ketebalan Bioplastik

Pengujian ketebalan bioplastik dari pati biji asam (*Tamarindus indica* L.) dilakukan dengan metode *microcal messmer* (ASTM 1983), dimana nilai ketebalan didapatkan dari rata-rata hasil pengukuran pada lima titik yang berbeda yaitu bagian setiap sudut dan tengah lembar bioplastik. Pengukuran ketebalan menggunakan alat *micrometer scrup*. Hasil analisis ketebalan dapat dilihat pada Gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Ketebalan bioplastik dari pati biji asam dengan variasi konsentrasi kitosan

Berdasarkan hasil penelitian, uji ketebalan dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kitosan terhadap nilai ketebalan yang dihasilkan. Nilai rata-rata ketebalan bioplastik menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi kitosan 3%, 4% dan 5% mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi kitosan. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi konsentrasi kitosan maka akan meningkatkan total padatan pada larutan. Sifat mekanik film bioplastik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun yang menyebabkan ketebalan bioplastik semakin meningkat (Darni, dkk., 2009).

Ketebalan bioplastik dari pati biji asam yang diperoleh adalah 0.12 mm – 0.32 mm. Nilai ketebalan bioplastik yang diperoleh pada konsentrasi kitosan 0% yaitu 0.12 mm. Ketebalan bioplastik dengan konsentrasi kitosan 0% (tanpa kitosan) masuk dalam standar maksimal ketebalan bioplastik menurut *Japanesse Industrial Standart* yaitu ≤ 0.25 mm. Nilai ketebalan yang diperoleh pada konsentrasi kitosan 3%, 4% dan 5% yaitu 0.26 mm, 0.30 dan 0.32 mm semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya konsentrasi kitosan pada larutan bioplastik sehingga mengalami peningkatan nilai ketebalan bioplastik. Nilai ketebalan ini melebihi *Japanesse Industrial Standart* yaitu ≤ 0.25 mm. Ketebalan film bioplastik akan mempengaruhi nilai kuat tarik film plastik. Hal ini sesuai pendapat Darni dan Herti (2010), Faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik bahan bioplastik adalah afinitas antara komponen penyusunnya. Afinitas merupakan suatu fenomena atom atau molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu dan berikatan. Semakin meningkat afinitas, semakin banyak terjadi ikatan antar molekul. Kekuatan suatu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Ikatan kimia yang kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya. Ikatan yang kuat akan

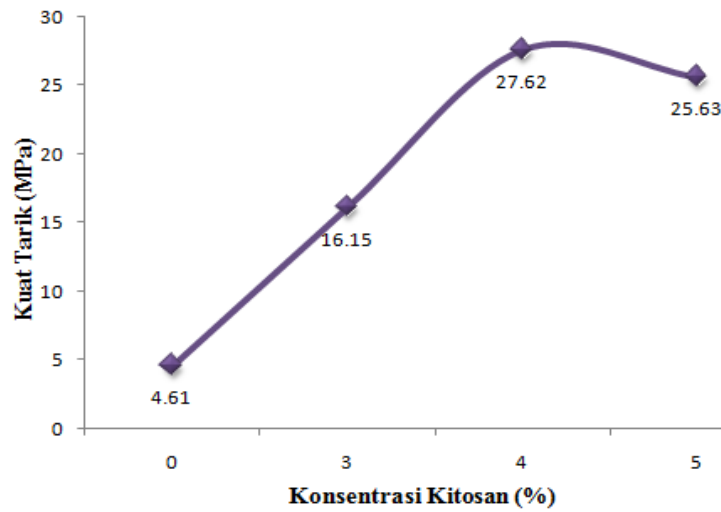
sulit diputus, sehingga untuk memutuskan ikatan akan diperlukan energi yang besar. Semakin tebal film plastik, maka semakin tinggi kemampuan film plastik dalam menghambat laju air, sehingga daya simpan produk semakin lama Yullianti dan Ginting (2012).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai ketebalan bioplastik pada konsentrasi 0% (tanpa kitosan) dan 3% berpengaruh secara signifikan ($p < 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kitosan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai ketebalan bioplastik. Namun, pada konsentrasi 4% dan 3% tidak berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap ketebalan bioplastik. Pada konsentrasi 4% dan 5% tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap ketebalan bioplastik. Hal ini disebabkan pada penambahan setiap konsentrasi kitosan tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai ketebalan bioplastik.

Ketebalan bioplastik yang diperoleh pada penelitian ini berbeda dengan ketebalan bioplastik yang diperoleh dari penelitian terdahulu dari bahan yang berbeda. Seperti ketebalan bioplastik dari bahan pati sagu dengan penambahan kitosan yaitu 0.4 mm – 0.5 mm (Oktaviana, dkk, 2015). Bioplastik dari pektin lidah buaya dengan penambahan gliserol yaitu 0.07 mm- 0.12 mm (Indriyanto, dkk, 2014).

b. Kuat Tarik (*Tensile strenght*)

Kuat tarik (*Tensile strenght*) bioplastik dari pati biji asam (*Tamarindus indica* L.) adalah tingkat kekuatan atau tarikan maksimum bioplastik yang dapat dicapai sebelum putus atau robek. Nilai kuat tarik bioplastik dapat dilihat pada Gambar 4.2 :



Gambar 4.2 Kuat tarik bioplastik dari biji asam dengan variasi konsentrasi kitosan

Pengukuran kuat tarik (*Tensile strenght*) bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area film plastik. Hasil kuat tarik bioplastik yang diperoleh paling tinggi yaitu 27.62 MPa pada konsentrasi kitosan 4% (v/v) sedangkan nilai kuat tarik yang paling rendah yaitu 4.61 MPa pada konsentrasi kitosan 0% (v/v). Nilai rata-rata kuat tarik bioplastik menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi kitosan 3% sebesar 16.15 MPa dan 4% sebesar 27.62 MPa, mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi kitosan. Namun pada konsentrasi kitosan 5% terjadi penurunan nilai kuat tarik yaitu 25.63 MPa. Hal ini disebabkan oleh penambahan kitosan 4% pada bioplastik menyebabkan komposisi antara makromolekul pati dengan makromolekul kitosan berada pada keseimbangan yang sempurna. Selain itu, apabila konsentrasi kitosan tinggi akan menurunkan nilai kuat tarik karena kitosan memiliki struktur rantai polimer linier. Dimana struktur rantai linier cenderung membentuk fasa kristalin karena mampu menyusun molekul polimer yang teratur. Fasa kristalin dapat

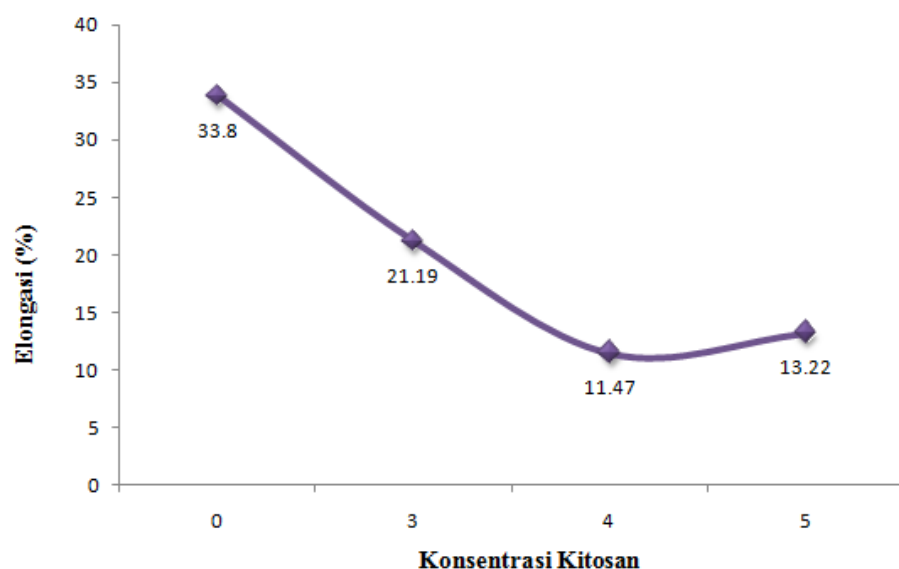
memberikan kekuatan, kekakuan dan kekerasan sehingga dapat menyebabkan film plastik menjadi lebih mudah putus (Agustin dan Karsono, 2016).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam kuat tarik pada bioplastik dari pati biji asam (*Tamarindus indica* L.) berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) oleh penambahan konsentrasi kitosan. Ini berarti bahwa penambahan konsentrasi kitosan 3% (v/v), 4% (v/v) dan 5% (v/v) masing-masing memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kuat tarik bioplastik.

Kuat tarik bioplastik dari pati biji asam yang dihasilkan dengan variasi konsentrasi kitosan adalah 4.61 MPa – 27.62 MPa. Standar kuat tarik bioplastik yaitu $> 24,7-302$ (MPa) berdasarkan standart nasional Indonesia (SNI). Konsentrasi kitosan 4% dan 5% masuk dalam SNI kuat tarik. Nilai kuat tarik bioplastik yang diperoleh berbeda dengan kuat tarik penelitian terdahulu. Seperti penelitian bioplastik dari pati sorgum dengan penambahan sorbitol dan kitosan yaitu 6.9711 MPa (Darni dan Herti, 2010), kuat tarik bioplastik dari biji nangka dengan penambahan kitosan yaitu 23.84 MPa- 56.71 MPa (Anggaraini, 2013) sedangkan kuat tarik bioplastik dari pati limbah kulit singkong dengan penambahan kitosan yaitu 1757 psi – 6259 psi. Bioplastik dengan nilai kuat tarik tertinggi, diharapkan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari kerusakan fisik (Muhammad Sudirman Akili, dkk, 2012).

c. Persen Pemanjangan (*Elongasi*)

Elongasi atau persen perpanjangan menunjukkan elastisitas film plastik. Nilai rata-rata perpanjangan film bioplastik dapat dilihat pada Gambar 4.3:

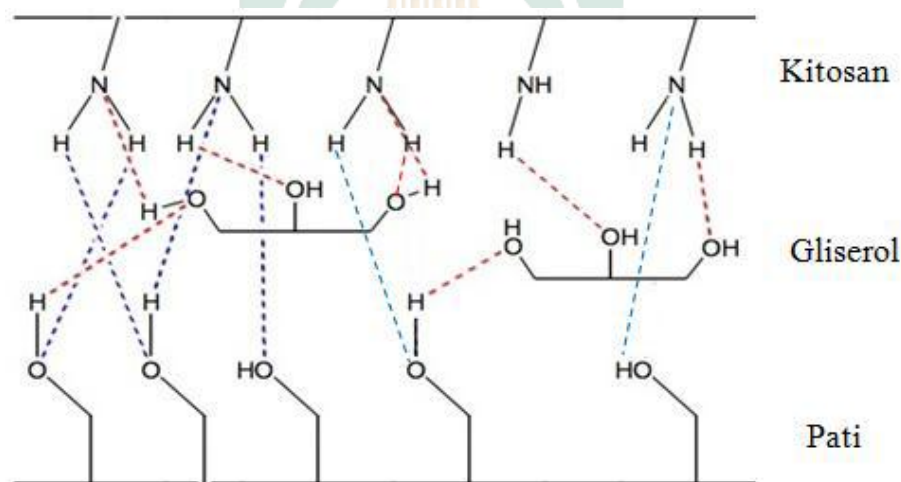


Gambar 4.3 Persen Pemanjangan (Elongasi) bioplastik dari biji asam dengan variasi konsentrasi kitosan

Pengukuran persen pemanjangan atau *elongasi* dilakukan untuk mengetahui persentase perubahan panjang film ketika ditarik hingga putus. Hasil persen pemanjangan yang diperoleh paling tinggi yaitu 33.8% pada konsentrasi kitosan 0% (tanpa kitosan) sedangkan nilai persen pemanjangan yang paling rendah yaitu 11.47% pada konsentrasi kitosan 4%. Nilai rata-rata persen pemanjangan menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi kitosan 3% sebesar 21.19% dan 4% sebesar 11.47% mengalami penurunan seiring bertambahnya konsentrasi kitosan. Bioplastik tanpa penambahan kitosan (kitosan 0%) memiliki nilai *elongasi* yaitu 33.8%. Hasil analisis menunjukkan nilai perpanjangan meningkat dengan penambahan gliserol namun nilai persen pemanjangan dapat menurun dengan penambahan konsentrasi kitosan. Nilai persen pemanjangan semakin kecil seiring bertambahnya konsentrasi kitosan karena menurunnya jarak ikatan antar intermolekularnya (Sanjaya dan Tyas, 2008).

Peningkatan nilai persen pemanjangan atau *elongasi* dipengaruhi oleh penambahan gliserol. Gliserol berfungsi sebagai *plasticizer* terletak diantara rantai

biopolimer sehingga jarak antar kitosan dan pati akan meningkat. Ikatan hidrogen antara kitosan-pati akan berkurang dan digantikan menjadi interaksi hidrogen antara kitosan-gliserol. Bioplastik akan semakin elastis sehingga *elongasi* cenderung meningkat walaupun ditarik dengan tekanan yang kecil. Berdasarkan teori tersebut, menunjukkan bahwa kesesuaian dimana penambahan gliserol dapat meningkatkan elastisitas bioplastik sehingga nilai *elongasi at break* meningkat namun *tensile strength* menurun. Interaksi hidrogen antara kitosan, gliserol dan pati dapat dilihat pada Gambar. 4.4.



Gambar 4.4 Interaksi hidrogen antara kitosan-gliserol-pati (Agustin dan Karsono, 2016)

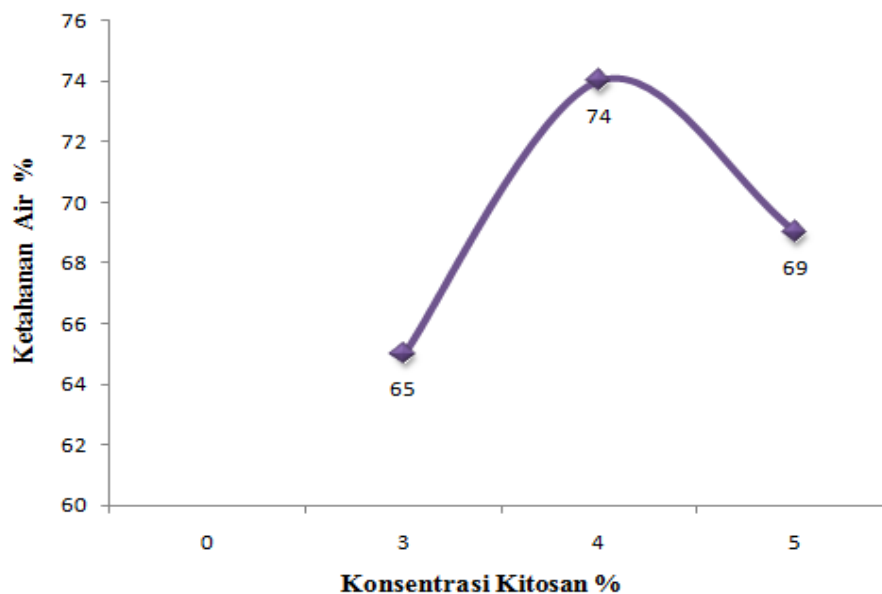
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai persen pemanjangan (*elongasi*) film bioplastik dari pati biji asam (*Tamarindus indica* L.) berpengaruh secara signifikan ($p < 0.05$). Penambahan konsentrasi kitosan 0% dan 3% memberikan perbedaan nyata terhadap persen pemanjangan (*elongasi*) bioplastik. Namun, untuk konsentrasi kitosan 4% dan 5% tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($p > 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi kitosan 4%

dan 5% tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai persen pemanjangan film bioplastik.

Persen pemanjangan atau *elongasi* bioplastik dari biji asam yang dihasilkan dengan variasi konsentrasi kitosan adalah 11.47 % - 33.80 %. Standar pemanjangan (*elongasi*) bioplastik yaitu 21 % - 220 % berdasarkan standart nasional Indonesia (SNI). Nilai persen pemanjangan pada konsentrasi kitosan 0% dan 3% masuk ke dalam SNI bioplastik. Hasil dari penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian dari Handayani dan Hesmita (2015) yaitu 5.66% - 7.547% . Bioplastik dari biji nangka dengan nilai *elongasi* yaitu 13.1% - 22.5% (Anggaraini, 2013).

d. Ketahanan Air

Ketahanan air menunjukkan tingkat ketahanan film plastik terhadap air. Nilai rata – rata ketahanan air dapat dilihat pada Gambar 4.5:



Gambar 4.5 Ketahanan air bioplastik dari biji asam dengan variasi konsentrasi kitosan

Ketahanan air adalah banyaknya air yang diserap oleh film plastik setelah dicelupkan dalam air. Hasil ketahanan air yang diperoleh pada konsentrasi 0% (tanpa kitosan) larut dalam air, hal ini menunjukkan bahwa plastik tanpa kitosan tidak tahan terhadap air karena pati dan gliserol bersifat hidrofilik sehingga cenderung berikatan dengan air. Gliserol sebagai *plasticizer* menambah kelenturan film plastik. Namun jumlah ruang kosong yang semakin bertambah seiring dengan bertambahnya gliserol, maka akan meningkatkan celah untuk dapat ditempati oleh molekul-molekul air. Pada konsentrasi 3% dan 4% terjadi peningkatan nilai ketahanan air yaitu 65% dan 74%, hal ini menunjukkan bahwa kitosan meningkatkan nilai ketahanan air karena sifat dari kitosan yaitu hidrofobik. Semakin besar konsentrasi kitosan, maka nilai persentase ketahanan airnya semakin besar (Indriyanto, dkk, 2014). Hal ini disebabkan oleh sifat fisik film bioplastik akan semakin bagus. Kitosan yang ditambahkan akan menurunkan kelembaban plastik karena memiliki sifat hidrofobik yang mempengaruhi gaya antar molekulnya, kitosan akan menyisip diantara polimer plastik. Penambahan kitosan pada matriks plastik mengakibatkan daya serap bioplastik terhadap air menurun. Hal ini disebabkan oleh kitosan mampu menutupi permukaan bioplastik dari keadaan berpori besar menjadi berpori kecil.

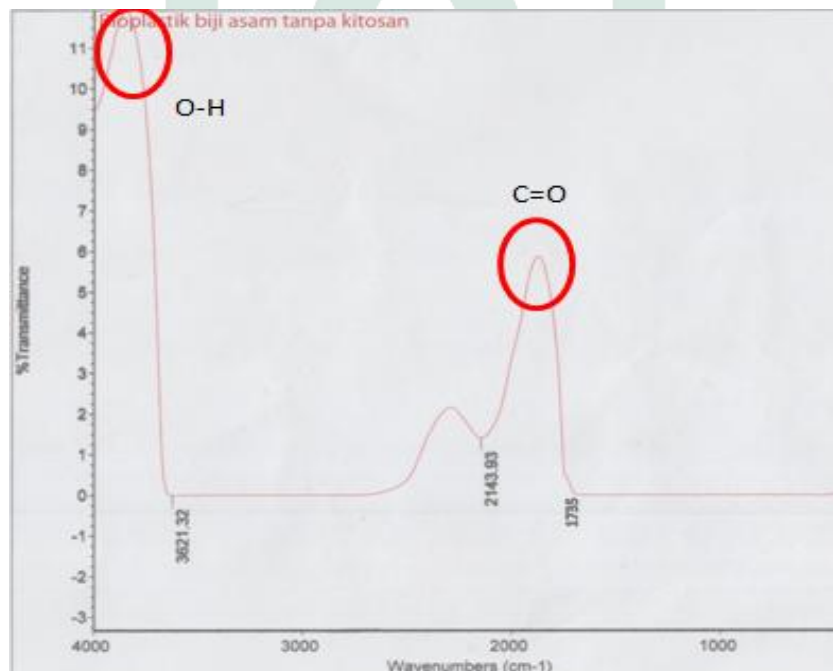
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam perlakuan konsentrasi kitosan 0%, 3%, 4% dan 5% berpengaruh secara signifikan ($p < 0.05$) terhadap ketahanan air bioplastik. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi kitosan memberikan perbedaan yang nyata terhadap ketahanan air bioplastik.

Ketahanan air bioplastik dari biji asam yang dihasilkan dengan variasi konsentrasi kitosan 0%, 3%, 4% dan 5% yaitu 65% - 74%. Standar ketahanan air bioplastik yaitu 99% berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI). Pada penelitian

ini nilai ketahanan air untuk semua konsentrasi tidak masuk dalam standar (SNI). Hasil ketahanan air yang diperoleh berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya yaitu 66 % - 76% yang menggunakan pati limbah kulit singkong dengan penambahan kitosan (Sanjaya dan Tyas, 2015). Bioplastik dari pati biji nangka memperoleh nilai ketahanan air 50.0% -79.02% (Anggaraini, 2013).

e. Analisis Gugus Fungsi Bioplastik

Analisis gugus fungsi dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terkandung dalam suatu bahan polimer (film bioplastik). Hasil analisis gugus fungsi bioplastik dengan menggunakan alat (FTIR) pada bioplastik konsentrasi kitosan 0% (tanpa kitosan) sebagai pembandingan dengan bioplastik konsentrasi kitosan 4% yang merupakan bioplastik yang optimum dari uji mekanik. Hasil spektrum dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan 4.7:

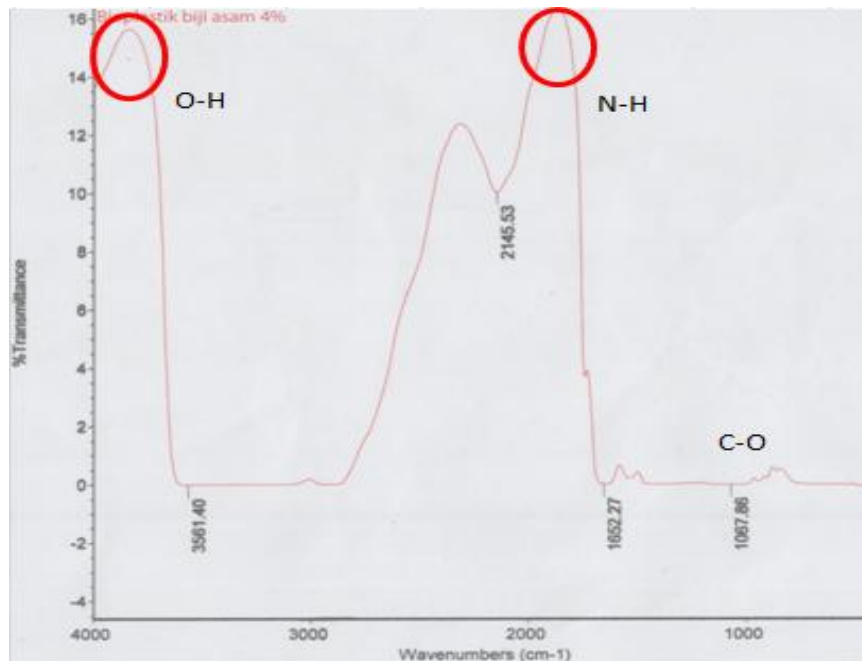


Gambar 4.6 Hasil Spektrum Bioplastik Biji Asam Tanpa Kitosan

Hasil spektrum yang diperoleh yaitu adanya serapan 3621.32 cm^{-1} pada sampel film bioplastik tanpa kitosan dengan intensitas kuat pada daerah ulur yang menunjukkan daerah serapan $3700\text{ cm}^{-1} - 3500\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah khas gugus OH. Adanya gugus O-H yang berasal dari komponen penyusunnya pati yaitu amilosa dan amilopektin. Spektrum lain, muncul pada daerah sidik jari dengan spektrum sebesar 1735 cm^{-1} intensitas medium yang menunjukkan daerah serapan $1750\text{ cm}^{-1} - 1735\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah khas gugus C=O ester.

Hasil analisis gugus fungsi dengan menggunakan FTIR diperoleh gugus fungsi hidroksil O-H dan ester C=O. Berdasarkan penelitian sebelumnya, bioplastik dari pati sorgum dengan penambahan kitosan diperoleh daerah ulur C-O ester pada serapan $1022.27-1242.16\text{ cm}^{-1}$ dan 3388.93 cm^{-1} merupakan daerah serapan ulur O-H karboksil (Darni dan Herti, 2010). Pengaruh berat pati dan volume *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik film bioplastik pati kentang diperoleh serapan $3541,31\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah khas O-H dan serapan $2870,08\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah khas C-H (Radhiyatullah, dkk, 2015).

Berdasarkan hasil serapan-serapan tersebut, keberadaan gugus O-H hidroksil dan C=O ester menandakan kemampuan degradabilitas pada bioplastik yang disintesis. Hal ini disebabkan oleh O-H hidroksil dan C=O ester merupakan gugus yang bersifat hidrofilik sehingga molekul air dapat mengakibatkan mikroorganisme pada lingkungan memasuki matriks bioplastik sehingga akan merusak film bioplastik tersebut.



Gambar 4.7 Hasil Spektrum Bioplastik Biji Asam dengan konsentrasi kitosan 4%

Hasil spektrum yang diperoleh dari bioplastik konsentrasi kitosan 4% yaitu 3561 cm^{-1} intensitas kuat menunjukkan adanya gugus O-H dengan nilai spektrum mengalami pergeseran. Hasil ini menunjukkan bahwa kitosan dapat meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik. Disebabkan karena semakin besar konsentrasi kitosan maka semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi untuk memutus ikatannya (Darny dan Herty, 2010). Pada serapan 1652.27 cm^{-1} menunjukkan daerah khas N-H lemah dengan rentang $1650\text{ cm}^{-1} - 1550\text{ cm}^{-1}$. Hal ini menandakan bahwa adanya penambahan kitosan yang dapat dilihat dari gugus yang muncul, yaitu NH dari komponen penyusunnya pati-kitosan. Hal ini menandakan bahwa bahan bioplastik yang dihasilkan merupakan proses *blending* secara fisika karena tidak ditemukan gugus fungsi yang baru. Pada serapan 1067.86 cm^{-1} dengan

intensitas lemah pada serapan 1000 cm^{-1} - 1300 cm^{-1} menunjukkan daerah khas gugus C-O ester.

Hasil analisis gugus fungsi dengan menggunakan FTIR diperoleh gugus fungsi hidroksil O-H, ester C-O dan N-H amina. Berdasarkan penelitian sebelumnya, pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik plastic *biodegradable* pektin lidah buaya diperoleh serapan 3448.72 merupakan daerah serapan O-H, serapan 3942.5 merupakan daerah serapan N-H amina sekunder (Indriyanto, 2014).



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, variasi penambahan kitosan dengan konsentrasi 0%, 3%, 4% dan 5% berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik dari pati biji asam (*Tamarindus indica* L.). Hasil karakteristik bioplastik memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kuat tarik dan ketahanan air. Konsentrasi optimum kitosan pada kuat tarik yaitu kitosan 4% sebesar 27.62 MPa dan ketahanan air yaitu kitosan 4% sebesar 74%.

B. Saran

Sebaiknya penelitian selanjutnya melakukan analisis gugus fungsi menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) pada film bioplastik yang telah dilakukan uji biodegradabilitas.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur'an al-Karim

Anggarini, Fetty. *Aplikasi Plastisizer Gliserol Pada Pembuatan Plastic Biodegradable Dari Biji Nangka*. MIPA UNES. 2013.

Agustin, Yuana Elly dan Karsomo Samuel Padmawijaya. *Sintesis Bioplastik Dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kapok Dengan Penambahan Zat Aditif*. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 10 No. 2 (2014).

Bourtoom, T. *Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties*. *International Food Research Journal* No.15 Vol.3 (2008). Hal. 237-248.

Bourtoom, T. *Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared From Starch*. Department of Material Product Technology. Songkhla. 2007.

Coniwanti, Pamilia, Linda Laila Dan Mardiyah Rizka Alfira. *Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemlastis Gliserol*. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol.20 No.4. 2014.

Cowd, M.A. *Kimia Polimer*. Terjemahan. Harry firman. Bandung : ITB. 1991.

Darni Y. dan Herti Utami. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(4)

El-siddiq, Gunasena, Prasad, Pushpakumara, Ramana, Vijayanand Dan Williams. *Tamarind Tamarindus Indica L. Fruits For Future 1 Revised Edition*. Centre For Underutilised Crops. Sounthampton, UK. 2006. Pp. 24-26.

Febriyantoro, Ilham. Lailatin Nuriyah dan Siti Jazimah. Pengaruh Komposisi Pati Kulit Pisang Raja dan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Bioplastik Dan Pengukuran Karakteristiknya. 2013.

Fesenden, R.J.F dan Joan S. *Kimia Organik II*. Terjemahan oleh A.H Pudjoatmaka. Jakarta: Erlangga. 1995.

Fesseden, Ralph J dan Joan S Fessenden. *Kimia Organik III*. Terjemahan. A.H Pudjaatmaka. Jakarta : erlangga. 1982.

Firdaus, Feris dan Chairil Anwar, *Potensi Limbah Padat-Cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable*. *Jurnal LOGIKA*, Vol.1, No.2 (2004), ISSN 1410-2315, P.38-44.

- Firdaus, F., S. Mulyaningsih, dan H. Anshory. *Green Packgaking Berbasis Biomaterial: Karakteristik Mekanik dan Ketahanan terhadap Mikroba Pengurai Film Kemasan dari Komposit Pati Tropis-PLA-Kitosan*. Seminar Nasional Tekno (Prosiding). 2008. B27-32.
- Griffin, G.J.L. *Chemistry And Technology Of Biodegradable Polimer*. Chapman and hall. London. 1994.
- Haflah. Penggunaan Pati Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) Sebagai Bahan Dalam Pengikat Tablet Parasetamol Secara Granulasi Basah. Skripsi UNHAS.2013. ISSN 2303-0623.
- Handayani, Prima Astuti dan Hesmita. Pembuatan film plastic biodegradable dari limbah biji durian (*Durio Zibethinus Murr*). Jurnal Alam terbarukan. 4(1) (2015).21-26.
- Hartatik, Yunita Dwi. Lailatin Nuriyah dan Iswari. *Pengaruh Komposisi Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik*. Jurnal Kimia. FMIPA Brawijaya. 2013.
- Hee-young an. *Effects Of Ozonation And Addition Of Amino Acids On Rice Starches*. A Dissertation Submitted To The Graduate Faculty Of Louisiana State University And Agriculture And Mechanical Culture. 2005.
- Huda, T dan F Firdaus. *Karakteristik Fisikokimiawi Film Plastic Biodegradable Composite Film Prepared From Blends Of Poly(Vinyl Alcohol), Cornstarch And Lignocellulosic Fiber*. Journal of polymers and the environment. 2005. 13 (1) : 47-55.
- Hui, Y. H. *Handbook of Food Science, Technology, and, Engineering Volume I*. CRC Press. 2006. USA.
- Jummi. *Pembuatan Bioplastik Poli- β -Hidroksialkanoat (PHA) yang Dihasilkan oleh *Rastonia eutropha* pada Substrat Hidrolisat Pati Sagu dengan Pemplastis Isopropil Palmitat*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 2007.
- Lazuardi, Gilang Pandu dan Sari Edi Cahyaningrum. *Pembuatan Dan Karakteristik Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong Dengan Plasticizer Gliserol*. Journal Of Chemistry UNESA. 2013. 2(3).
- Lehninger, A., L. *Dasar-Dasar Biokimia*. Penerjemah: M. Thenawijaya. Erlangga, Jakarta. 1982.
- M. Quraish Shihab. *Tafsir Al-Misbah Volume 1*. Lentera Hati : Jakarta. 2002.
- Mahatmanti, Windi F, Warlan Sugio dan Wisnu Sunanrto. *Sintesis Kitosan Dan Pemanfaatannya Sebagai Anti Bakterial Ikan Segar*. Jurnal UNES. 2010.
- Martaningtyas, D. *Potensi Plastik Biodegradable*. 2004.

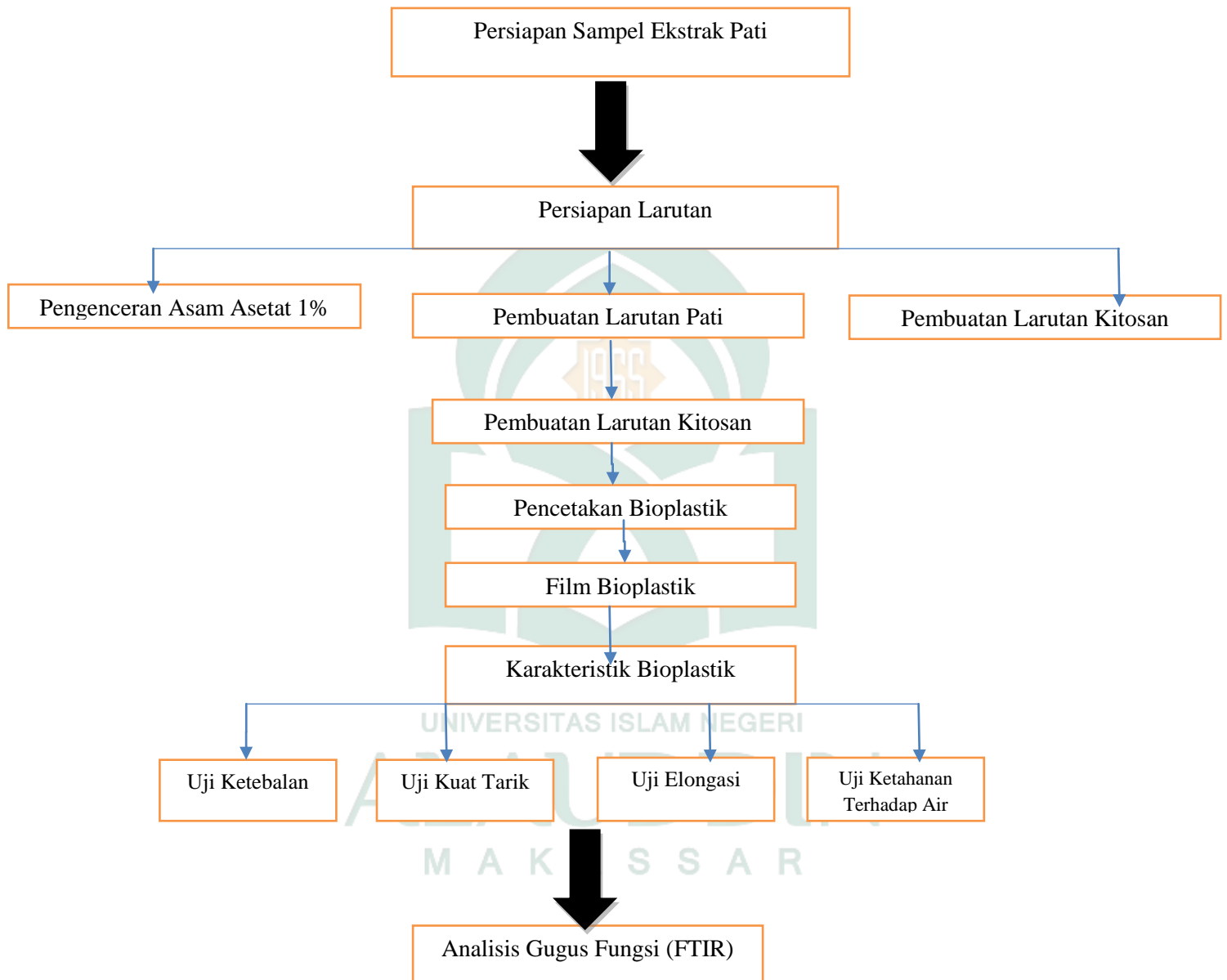
- Nanda, Raudathil Jannah. *Pembuatan Bioplastik Dari Pati Biji Durian (Durio Zibethinus Mur)*. Jurnal Skripsi. Perpustakaan Unand. FMIPA. 2015.
- Pranamuda H. *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Pati Tropis*. Seminar on-air “Bioteknologi untuk Indonesia abad 21”. 1-14 Februari 2001. Sinergi Forum PPI Tokyo Institute of Technology. 2001.
- Pranamuda. *Pengembangan Bahan Film Plastik Berbahan Baku Pati Tropis, Hasil Penelitian dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*. Jakarta, 2003.
- Puspita, ajeng dian. *Pembuatan Dan Karakterisasi Struktur Mikro Dan Sifat Termal Film Plastik Dari Biji Nangka (Arthocarpus Heteropillus)*. MIPA UNES. 2013.
- Radhiyatullah, afifah. Novianty indriani dan M Hendra. *Pengaruh Berat Pati Dan Volume Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang*. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol.4 No.3. 2015.
- Sahwan, F.L., Martono, D.H., Wahyono, S., dan Wisoyodharmo, L. A. *Sistem Pengelolaan Limbah Plastik di Indonesia*, Jurnal Teknologi Lingkungan. 6(1), 2005. pp. 311-318.
- Septiosari, Arum. Latifah dan Ella Kusumamastuti. *Pembuatan Dan Karakteristik Bioplastik Limbah Biji Mangga Dengan Penambahan Selulosa Dan Gliserol*. Indonesian Journal Of Chemical Science. 3 (2) (2014). ISSN 2252-6951.
- Setiani, Wini. Tety Sudiati dan Lena Rahmidar. *Preparasi Dan Karakteristik Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan*. Valensi Vol.3 No.2. ISSN : 1978-8193. 2013.
- Sugita, Wukirsari, T Sjahriza, A Wahyono. *Kitosan : Sumber Biomaterial Masa Depan*. Bogor : Penerbit IPB Press. 2009.
- Sumardjo, Damin. *Pengantar Kimia*. Jakarta : Buku Kedokteran EGC. 2009.
- Sinaga, Febrianto Rinaldi, Gita, M Hendra dan Rosnadelli. *Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Pati Umbi Talas*. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol.3 No.2. 2014.
- UNEP. *Glycerol*. <http://www.chem.unep.ch/sids/oecdsids/56815.pdf>. 2002.
- Ummah, Nathiqoh Al. *Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) Terhadap Air Dan Pengukuran Densitasnya*. Skripsi UNNES. Jurusan Fisika. 2013.
- Winarno, F. G. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia, Jakarta. 1984.

Wiwik Pudjiastuti, Ariel dan Muhammad Idham, *Pengaruh Laju Transmisi Uap Air Polymer Blend Polibutilen Suksinat (Pbs) Dan Linear Low Density Polyethylene (Lldpe) Terhadap Umur Simpan Sup Krim Instan Rasi*. Jurnal Kimia dan Kemasan. Vol. 35. No. 1 April 2013.

Yuniarti L. Gatot S dan Abdul Rahim. *Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (Metroxylon sp)*. Jurnal Agrotekbis. Vol.2 No.1. ISSN : 2338-3011. 2014.



Lampiran 1: Bagan Kerja



Lampiran 2: Contoh Perhitungan Ketebalan dan Ketahanan air Bioplastik

A. Perhitungan Ketebalan Bioplastik

Ketebalan bioplastik pada masing-masing lima tempat berbeda :

$$0\% \ 1 = \frac{0,22\text{mm} + 0,19\text{mm} + 0,18\text{mm} + 0,18\text{mm} + 0,17\text{mm}}{5}$$

$$= \frac{0,94\text{mm}}{5}$$

$$= 0,1 \text{ mm}$$

$$0\% \ 2 = \frac{0,19\text{mm} + 0,19\text{mm} + 0,17\text{mm} + 0,19\text{mm} + 0,18\text{mm}}{5}$$

$$= \frac{0,92\text{mm}}{5}$$

$$= 0,1 \text{ mm}$$

$$0\% \ 3 = \frac{0,18\text{mm} + 0,18\text{mm} + 0,19\text{mm} + 0,18\text{mm} + 0,20\text{mm}}{5}$$

$$= \frac{0,93\text{mm}}{5}$$

$$= 0,18 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata Ketebalan Pada Konsentrasi } 0\% = \frac{0,1\text{mm} + 0,1\text{mm} + 0,18\text{mm}}{3}$$

$$= 0,12 \text{ mm}$$

(Perhitungan yang sama dilakukan untuk menghitung ketebalan bioplastik dengan penambahan kitosan 3%, 4% dan 5%).

B. Perhitungan ketahanan air bioplastik

Rumus mencari ketahanan air yaitu:

$$\% \text{ Penyerapan air} = \frac{\text{Berat akhir sampel} - \text{Berat awal sampel}}{\text{Berat awal sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Ketahanan Air} = 100 \% - \% \text{ Penyerapan air}$$

Nilai ketahanan air untuk konsentrasi kitosan 0%

$$\% \text{ Penyerapan air} = \frac{0,2101 \text{ gram} - 0,1574 \text{ gram}}{0,1574 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0527 \text{ gram}}{0,1574 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 0,3348 \times 100\%$$

$$= 33\%$$

$$100\% - 33\% = 67\%$$

$$\% \text{ Penyerapan air} = \frac{0,1750 \text{ gram} - 0,1292 \text{ gram}}{0,1292 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0458 \text{ gram}}{0,1292 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 0,3544 \times 100\%$$

$$= 35\%$$

$$100\% - 35\% = 65\%$$

$$\% \text{ Penyerapan air} = \frac{0,2135 \text{ gram} - 0,1575 \text{ gram}}{0,1575 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,056 \text{ gram}}{0,1575 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 0,35 \times 100\%$$

$$= 35\%$$

$$100\% - 35\% = 65\%$$

$$\text{Nilai rata-rata konsentrasi 0\%} = \frac{67\% + 65\% + 65\%}{3}$$

$$= 65\%$$

(Perhitungan yang sama dilakukan untuk menghitung persen ketahanan air bioplastik dengan penambahan kitosan 4% dan 5%).

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian

Pembuatan Bioplastik



Biji Asam



Pati Biji Asam



Larutan kitosan



Larutan pati



Larutan bioplastik di *magnetic stirrer*



Lembar bioplastik

Lampiran 4. Dokumentasi Karakterisasi Bioplastik

a. Uji Ketebalan Bioplastik



Pengujian ketebalan menggunakan alat *Micrometer Scrup*

b. Uji Kuat Tarik Dan Persen Pemanjangan Bioplastik



Pengujian kuat tarik dan persen pemanjangan dilakukan menggunakan alat uji kuat tarik Merck AND MCT-2150

c. Uji Ketahanan Air Bioplastik



Penimbangan bobot awal bioplastik



Perendaman bioplastik selama 24 jam



Penimbangan bobot akhir bioplastik

d. Analisis Gugus Fungsi Bioplastik



Analisis Gugus Fungsi Bioplastik menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)



Lampiran 5: Perhitungan Kadar Pati

- a. Kadar pati yang diperoleh dari biji asam

$$\text{Kadar pati \%} = \frac{\text{berat pati}}{\text{berat biji asam}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar pati \%} &= \frac{200 \text{ gram}}{1000 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 20\%\end{aligned}$$

(Kadar pati yang diperoleh dalam 1000 gram atau 1 kg biji asam (*Tamarindus indica* L.) yaitu 20% atau 200 gram)



Lampiran 6: Hasil Statistik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Kitosan Terhadap Ketebalan Bioplastik Menggunakan SPSS

ANOVA

Ketebalan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.072	3	.024	27.974	.000
Within Groups	.007	8	.001		
Total	.079	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Ketebalan

LSD

(I) Konsentrasi	(J) Konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	3	-.13667 [*]	.02392	.000	-.1918	-.0815
	4	-.17667 [*]	.02392	.000	-.2318	-.1215
	5	-.20000 [*]	.02392	.000	-.2552	-.1448
3	0	.13667 [*]	.02392	.000	.0815	.1918
	4	-.04000	.02392	.133	-.0952	.0152
	5	-.06333 [*]	.02392	.029	-.1185	-.0082
4	0	.17667 [*]	.02392	.000	.1215	.2318
	3	.04000	.02392	.133	-.0152	.0952
	5	-.02333	.02392	.358	-.0785	.0318
5	0	.20000 [*]	.02392	.000	.1448	.2552
	3	.06333 [*]	.02392	.029	.0082	.1185
	4	.02333	.02392	.358	-.0318	.0785

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 7: Hasil Statistik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Kitosan Terhadap Persen Pemanjangan Atau Elongasi Bioplastik Menggunakan SPSS

ANOVA

Elongasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	930.223	3	310.074	88.997	.000
Within Groups	27.873	8	3.484		
Total	958.096	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Elongasi

LSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Konsentrasi_kitosan 0	Konsentrasi_kitosan 3	12.60333 [*]	1.52405	.000	9.0889	16.1178
	4	22.32667 [*]	1.52405	.000	18.8122	25.8411
	5	20.54667 [*]	1.52405	.000	17.0322	24.0611
3	0	-12.60333 [*]	1.52405	.000	-16.1178	-9.0889
	4	9.72333 [*]	1.52405	.000	6.2089	13.2378
	5	7.94333 [*]	1.52405	.001	4.4289	11.4578
4	0	-22.32667 [*]	1.52405	.000	-25.8411	-18.8122
	3	-9.72333 [*]	1.52405	.000	-13.2378	-6.2089
	5	-1.78000	1.52405	.276	-5.2945	1.7345
5	0	-20.54667 [*]	1.52405	.000	-24.0611	-17.0322
	3	-7.94333 [*]	1.52405	.001	-11.4578	-4.4289
	4	1.78000	1.52405	.276	-1.7345	5.2945

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 8: Hasil Statistik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Kitosan Terhadap Kuat Tarik Bioplastik Menggunakan SPSS

ANOVA

Kuat_tarik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	997.172	3	332.391	1056.730	.000
Within Groups	2.516	8	.315		
Total	999.689	11			



Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kuat_tarik

LSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	3	-11.53213*	.45793	.000	-12.5881	-10.4762
	4	-23.01023*	.45793	.000	-24.0662	-21.9543
	5	-21.01183*	.45793	.000	-22.0678	-19.9559
3	0	11.53213*	.45793	.000	10.4762	12.5881
	4	-11.47810*	.45793	.000	-12.5341	-10.4221
	5	-9.47970*	.45793	.000	-10.5357	-8.4237
4	0	23.01023*	.45793	.000	21.9543	24.0662
	3	11.47810*	.45793	.000	10.4221	12.5341
	5	1.99840*	.45793	.002	.9424	3.0544
5	0	21.01183*	.45793	.000	19.9559	22.0678
	3	9.47970*	.45793	.000	8.4237	10.5357
	4	-1.99840*	.45793	.002	-3.0544	-.9424

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 9: Hasil Statistik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Kitosan Terhadap Ketahanan Air Bioplastik Menggunakan SPSS

ANOVA

Ketahanan_air

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	112.889	2	56.444	15.394	.004
Within Groups	22.000	6	3.667		
Total	134.889	8			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Ketahanan_air

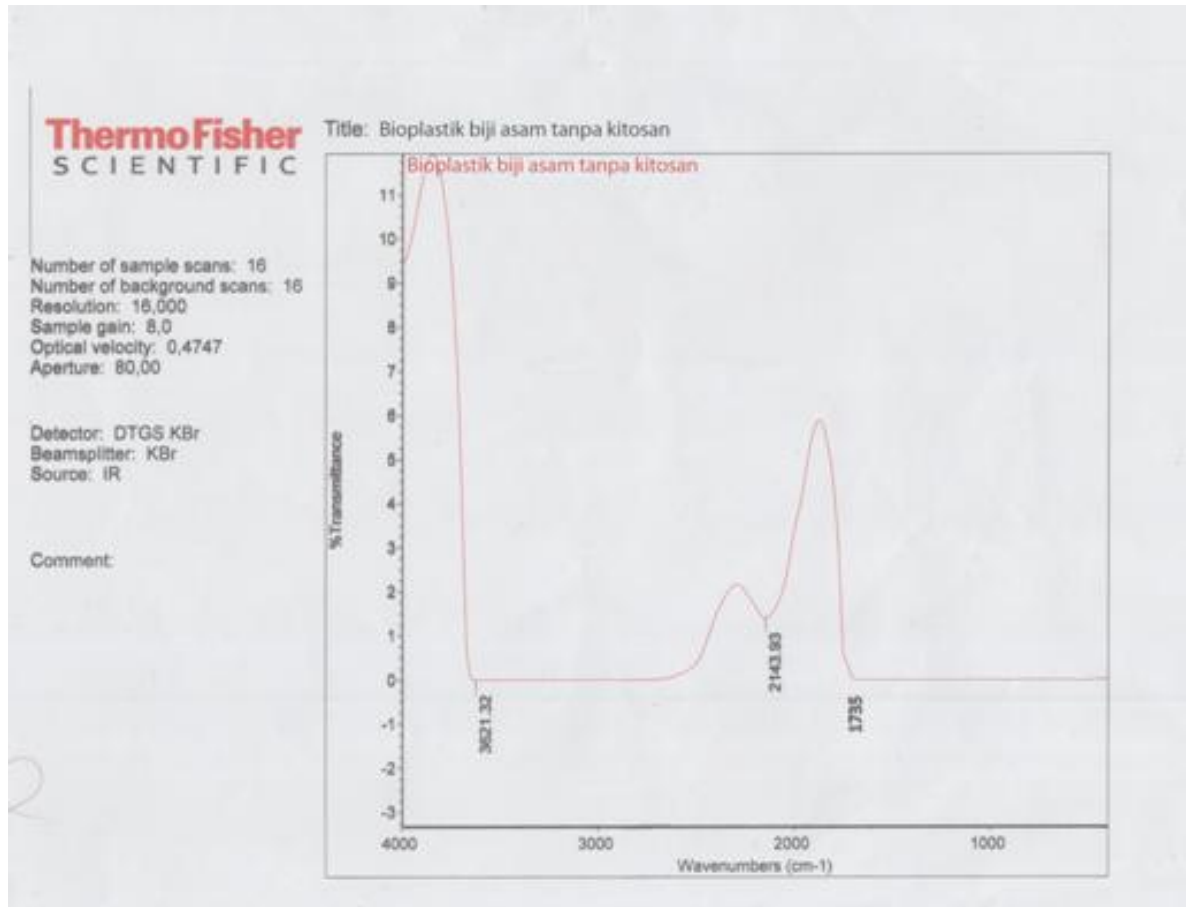
LSD

(I) konsentrasi_kitosa n	(J) konsentrasi_kitosa n	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
3	4	-8.66667 [*]	1.56347	.001	-12.4923	-4.8410
	5	-4.00000 [*]	1.56347	.043	-7.8257	-.1743
4	3	8.66667 [*]	1.56347	.001	4.8410	12.4923
	5	4.66667 [*]	1.56347	.024	.8410	8.4923
5	3	4.00000 [*]	1.56347	.043	.1743	7.8257
	4	-4.66667 [*]	1.56347	.024	-8.4923	-.8410

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

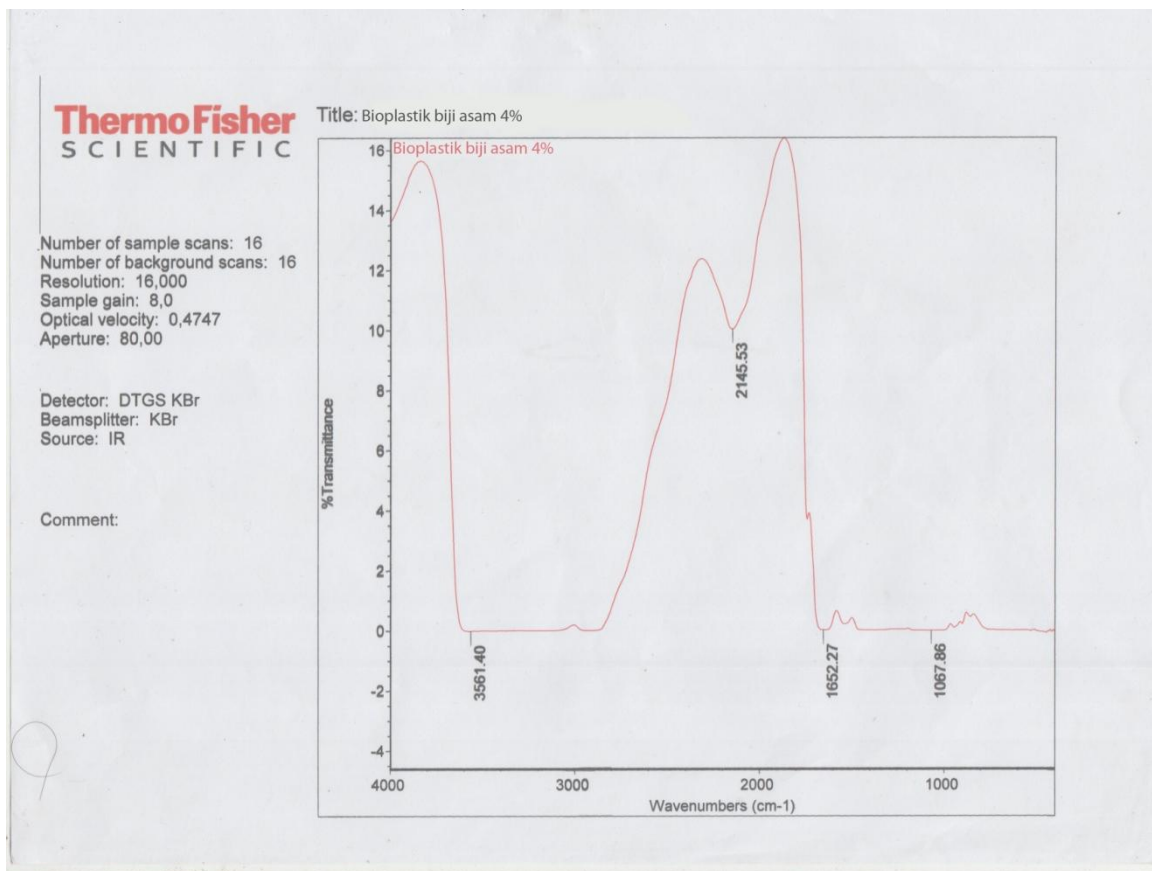
Lampiran 10. Hasil Analisis Gugus Fungsi Bioplastik Menggunakan FTIR

a. Bioplastik dari biji asam konsentrasi kitosan 0% (tanpa kitosan)



ALAUDDIN
MAKASSAR

b. Bioplastik dari biji asam konsentrasi kitosan 4%



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR



RIWAYAT HIDUP

Nurdiniah Nahir lahir di Ujung Padang, 08 November 1994, disapa Dini. Penulis merupakan anak dari Muh. Nahir Bandu S.H dan Hernika Tanwar S.K.M, M.Kes. Anak ketiga dari empat bersaudara. Jenjang pendidikan yang ditempuh bermain di taman kanak-kanak Kartika Candra kirana Tamalanrea pada tahun 1999, melanjutkan ke jenjang SD Sudirman III Makassar pada tahun 2000, melanjutkan di SMPN 30 Makassar pada tahun 2006, melanjutkan di SMAN 10 Makassar pada tahun 2009 dan masuk ke perguruan tinggi negeri makassar UIN Alauddin makassar pada tahun 2012 mengambil S-1 Jurusan Sains Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R